



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea magistrale in INGEGNERIA MECCANICA

Analisi dei flussi e dei processi produttivi per l'ottimizzazione del layout

Flow and production process analysis for layout optimization

Relatore: Chiar.mo/a

Tesi di Laurea di:

Prof. Ciarapica Filippo Emanuele

Elisei Valerio

A.A. 2021 / 2022

Indice

Introduzione	1
Contesto aziendale: Poltrona Frau	2
Cos'è il BPMN	4
Notazione BPMN	4
<i>Flow Objects</i>	4
<i>Connecting Objects</i>	5
<i>Swimlanes</i>	6
<i>Artifacts</i>	7
Flussi dei prodotti	8
Flusso Consolle.....	8
Flusso mobili contenitori.....	10
Flusso divani.....	11
Flusso letti.....	13
Flusso librerie.....	15
Flusso poltroncine.....	17
Flusso poltrone.....	19
Flusso poltrone ufficio.....	22
Flusso pouf.....	24
Flusso sedie.....	26
Flusso sgabelli.....	28
Flusso tavolini.....	30
Spaghetti Chart	32
Spaghetti Chart As Is.....	32
Spaghetti Chart To Be, prima soluzione.....	34
Spaghetti Chart To Be, seconda soluzione.....	36
Spaghetti Chart To Be, terza soluzione.....	37
Spaghetti Chart To Be, quarta soluzione.....	38
Analisi del flusso di contenitori e pallet	39
Progettazione fornitura Mizusumashi	42
Fornitura tradizionale a mezzo carrello elevatore vs fornitura mizusumashi.....	42
Creazione del Mizusumashi.....	45
Progettare una linea mizusumashi.....	47

Dimensionare il sistema mizusumashi	48
Milk-run loop layout.....	50
Spazio nel bordo linea.....	51
Sincronizzazione.....	54
Progettazione della linea Mizusumashi.....	55
Compiti da assegnare.....	55
Stima dei tempi	55
Percorso da effettuare.....	56
Punti di fermata	57
Prototipo del treno	57
Validazione della progettazione in base ai dati reali	58
Conclusioni	59
Sitografia.....	62

Indice delle figure

Figura 1: flow objects	4
Figura 2: tipi di events	5
Figura 3: exclusive gateway, inclusive gateway, parallel gateway.....	5
Figura 4: connecting objects	5
Figura 5: sequence flow	6
Figura 6: association.....	6
Figura 7: pool e swimlane	7
Figura 8: tipi di artifacts	7
Figura 9: BPMN consolle	9
Figura 10: BPMN mobili contenitori.....	10
Figura 11: BPMN divani.....	12
Figura 12: BPMN letti	14
Figura 13: BPMN librerie	16
Figura 14: BPMN poltroncine.....	18
Figura 15: BPMN poltrone.....	21
Figura 16: BPMN poltrone ufficio	23
Figura 17: BPMN pouf	25
Figura 18: BPMN sedie	27
Figura 19: BPMN sgabelli	29
Figura 20: BPMN tavolini.....	31
Figura 21: spaghetti chart as is.....	34
Figura 22: spaghetti chart to be, prima soluzione	35
Figura 23: spaghetti chart to be, seconda soluzione	36
Figura 24: spaghetti chart to be, terza soluzione.....	37
Figura 25: spaghetti chart to be, quarta soluzione	38
Figura 26: andamento primo giorno	39
Figura 27: andamento secondo giorno	40
Figura 28: andamento terzo giorno	40
Figura 29: : andamento quarto giorno.....	41
Figura 30: : andamento quinto giorno	41
Figura 31: fornitura tramite carrello elevatore.....	43
Figura 32: fornitura tramite mizusumashi	44
Figura 33: soluzione a linee multiple	46
Figura 34: soluzione con più di un POU	46
Figura 35: best and worst case prelievo contenitori.....	49
Figura 36: percorso previsto per il mizusumashi	56
Figura 37: punti di fermata sul percorso.....	57
Figura 38: contenitori utilizzati in Poltrona Frau	58

Introduzione

In questo elaborato si descrive l'esperienza di tirocinio svolta presso l'azienda Poltrona Frau, con sede a Tolentino (MC). Questa realtà si occupa di arredi e rivestimenti, principalmente realizzati in pelle, con lavorazioni quasi completamente a mano. L'artigianalità del prodotto però non esclude che l'area produttiva e i sistemi di supporto alla produzione, come la logistica, siano moderni ed in parte automatizzati. L'azienda è impegnata costantemente nel miglioramento dei flussi di lavoro e delle attività interne, seguendo i dettami della lean production.

Nella presente tesi si vanno ad analizzare i flussi ed i processi produttivi per verificare la fattibilità di possibili implementazioni in ottica di produzione snella.

Dopo una breve descrizione dell'azienda, nel capitolo iniziale si descrive lo standard utilizzato per la modellazione del flusso aziendale secondo una rappresentazione grafica, il BPMN, acronimo per Business Process Model and Notation.

Si procede con l'analisi e la realizzazione grafica dei diagrammi, uno per ogni categoria di prodotto realizzato da Poltrona Frau.

Si passa poi ad una descrizione dello strumento usato per visualizzare ed analizzare le interazioni tra i diversi reparti produttivi, lo Spaghetti Chart, e al suo utilizzo per la realizzazione di soluzioni di layout alternativi a quello attuale.

Contesto aziendale: Poltrona Frau

Poltrona Frau è un'azienda italiana che opera nel settore dell'arredamento di alta qualità con sede a Tolentino. Nel 1912 il cagliaritano Renzo Frau fonda l'azienda a Torino.

Nel 1926 diventa fornitore ufficiale della Real Casa Savoia, lo stesso anno Renzo Frau scompare a soli 45 anni. La vedova Savina Pisati prende la guida della società, che nel 1931 arreda il transatlantico Rex e nel 1932 il Parlamento italiano. Nel dopoguerra l'azienda arreda le sale di rappresentanza di Torino della Rai e della Sip.

Nel 1962 il gruppo Nazareno Gabrielli rileva l'azienda e la gestione è affidata a Franco Moschini. La sede della società è trasferita a Tolentino, nelle Marche. Nel 1992 è inaugurato il primo flagship store a New York, lo stesso anno la poltrona Vanity appare nel film *The bodyguard* di Nick Jackson, nel 1996 sono arredati il Piccolo Teatro di Milano e l'Europarlamento a Strasburgo.

Oltre a progettare sedili per yacht, aeroplani ed elicotteri, Poltrona Frau ha progettato interni in pelle per automobili dal 1988, quando la Lancia chiede all'azienda di realizzarli per la nuova versione 8.32 modello Thema. Da allora Poltrona Frau collabora con numerose aziende automobilistiche, come Alfa Romeo, Lancia, Ferrari, Maserati, Fiat e Chrysler.

Nel 2002 gli specialisti della società hanno creato sedili in pelle rossa per un'edizione speciale del modello californiano dell'italiana Moto Guzzi, in occasione dell'ottantesimo anniversario dell'azienda.

Nel 2004 la società acquisisce l'azienda Cappellini e nel 2005 Cassina, che rappresenta il design italiano nel mondo. E con Cassina anche Alias. A quel punto nasce il Gruppo Poltrona Frau. Nel 2010 realizza i sedili della Walt Disney Concert Hall a Los Angeles. Nel 2011 la società commercializza un divano da 13000 dollari progettato dall'architetto e designer francese Jean-Marie Massaud, chiamato il divano John-John, in omaggio a John F. Kennedy, Jr.

Nel 2013 progetta e produce anche 600 posti per l'Arena Corinthians a San Paolo, in Brasile: è la prima volta che l'azienda realizza posti per uno stadio di calcio. Nel febbraio 2014 l'americana Haworth, sede a Holland, nel Michigan, leader mondiale nella

progettazione e produzione di ambienti di lavoro flessibili e sostenibili e già partner dell'azienda italiana per la distribuzione del canale ufficio nel Nord America, acquista il 58,6% del capitale di Poltrona Frau da Charme Investments e da Moschini. Nel marzo 2019 Poltrona Frau Group compra la start up danese Karakter e cambia nome in estate diventando Lifestyle Design.

Per celebrare il suo centenario, nel 2012, l'azienda apre il Museo Poltrona Frau, progettato dall'architetto italiano Michele De Lucchi, presso la sede centrale, a Tolentino.

Il museo ospita una sessantina di mobili emblematici dell'azienda (molti della collezione di Franco Moschini). Illustra anche la storia dell'azienda con esempi di mobili, disegni, immagini e materiali di produzione in un edificio di 1400 metri quadrati.

Poltrona Frau si distingue ed è famosa nel mondo per l'eccellenza delle finiture, per l'assoluta qualità dei materiali e per la sensibilità estetica, in un design che coniuga bellezza e comfort.

Cos'è il BPMN

Il BPMN, acronimo per Business Process Model and Notation, è un metodo grafico che permette di rappresentare i processi aziendali tramite un diagramma. In questo modo si possono comprendere le procedure aziendali in modo intuitivo e standardizzato.

Il BPMN è stato sviluppato dal Process Management Institute nel 2005 e include una serie di simboli e notazioni standard per la modellazione dei processi aziendali.

Lo scopo principale del BPMN è quello di far ottenere a tutte le parti coinvolte in un dato processo aziendale le informazioni su di esso nel modo più chiaro possibile, usando una sua rappresentazione visiva. Potrà poi essere usato per aiutare chi si occupa di implementare quel processo ad eliminare le inefficienze, le attività ripetute ed i passaggi non necessari.

Notazione BPMN

Gli elementi e i simboli principali che vengono usati sono i seguenti:

- Flow Objects: Activities, Events e Gateways;
- Connecting Objects: Message Flow, Sequence Flow e Association;
- Swimlanes: Pool o Lane;
- Artifacts: Group, Data Object e Annotation.

Flow Objects

Tra i Flow Objects troviamo le Activities, le attività da svolgere, che possono anche essere dei sotto processi. Esse vengono rappresentate da un rettangolo dagli angoli arrotondati con all'interno esplicitata l'attività da svolgere. In base al tipo di attività si utilizza un bordo differente.

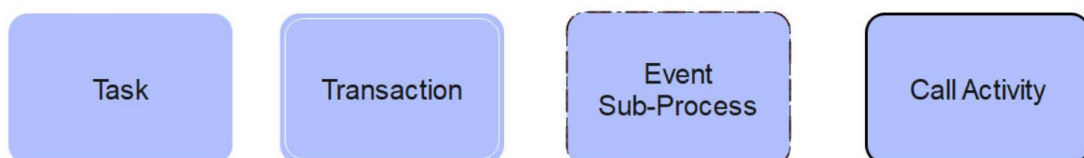


Figura 1: flow objects

Events, gli eventi, indicano l'accadere di qualcosa, vengono usati come innesco per avviare o completare un processo. Sono rappresentati da cerchi contenenti simboli diversi in base al tipo di evento.



Figura 2: tipi di events

Gateways, sono degli elementi condizionali, servono per determinare decisioni o per dividere e/o fondere percorsi. Vengono indicati da una forma a diamante e in base al simbolo all'interno possono essere di diverso tipo, di seguito i principali:

- Exclusive Gateway, ramifica il flusso su percorsi alternativi, solamente uno può essere percorso;
- Inclusive Gateway, ramifica il flusso su percorsi alternativi, ma tutti vengono controllati e il processo può seguire uno o più di questi percorsi;
- Parallel Gateway, vengono attivati tutti i percorsi alternativi forniti, in parallelo.



Figura 3: exclusive gateway, inclusive gateway, parallel gateway

Connecting Objects

Tra i Connecting Objects troviamo i Message Flow, rappresentano i flussi di messaggi, le informazioni che devono circolare tra i vari reparti. Vengono raffigurati da una linea tratteggiata con un cerchio all'inizio e una freccia alla fine.

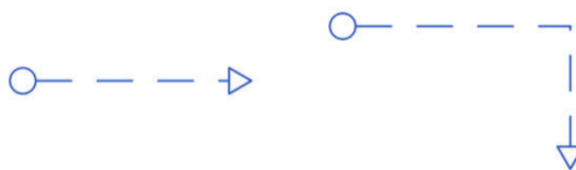


Figura 4: connecting objects

Sequence Flow, flussi di sequenza, sono necessari per collegare le varie attività e mostrare il loro ordine. Rappresentati da una linea retta che termina con una freccia.



Figura 5: sequence flow

Association, le associazioni vengono usate per collegare eventi, dati o testo a un oggetto di flusso. Vengono raffigurate da linee tratteggiate.



Figura 6: association

Swimlanes

Esse comprendono Pool, piscine, formate da varie Lane, corsie. Le Pool sono dei rettangoli con un titolo, che contengono i vari oggetti di flusso, di collegamento e gli artefatti. Viene usata una Pool per rappresentare un'azienda o un reparto.

Le Lane permettono di organizzare al meglio tutti gli oggetti del BPMN, andando ulteriormente a suddividere la Pool. Anche queste sono raffigurate da un rettangolo con un titolo.



Figura 7: pool e swimlane

Artifacts

Gli Artifacts, artefatti, sono gli strumenti necessari per aggiungere ulteriori informazioni al diagramma, ne esistono di tre diversi tipi:

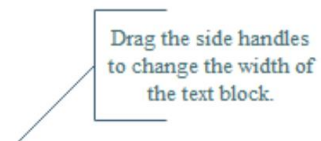
- Data Object, mostra quali dati sono necessari per un'attività;
- Group, gruppi, viene utilizzato per raggruppare diverse attività ma non influisce sul flusso nel diagramma;
- Annotation, le annotazioni vengono utilizzate per dare al lettore del diagramma un'impressione comprensibile.



Data Object



Group



Annotation

Figura 8: tipi di artifacts

Flussi dei prodotti

Si procede ora all'analisi del flusso dei prodotti, tramite lo standard BPMN descritto precedentemente. Sono stati esclusi dallo studio solamente gli articoli a listino che non presentassero parti in pelle o tessuto e/o che arrivassero dal fornitore come prodotto finito, con solo l'imballo da realizzare internamente.

Per rendere più leggibili i diagrammi si è preferito dividere tutti gli articoli nelle seguenti categorie:

- consolle;
- mobili contenitori;
- divani;
- letti;
- librerie;
- poltroncine;
- poltrone;
- poltrone ufficio;
- pouf;
- sedie;
- sgabelli;
- tavolini.

La descrizione dei flussi e i BPMN veri e propri si trovano nei paragrafi seguenti.

Flusso Consolle

Per quanto riguarda due articoli abbiamo lo stesso flusso. In seguito all'ordine del cliente avviene il prelievo della pelle dal magazzino rivestimenti, che viene portata al reparto taglio, tagliata e poi cucita internamente. In contemporanea dal magazzino centrale vengono prelevati gli altri articoli necessari che verranno poi spediti insieme alla pelle cucita al terzista L per la ricopertura e l'imballaggio. Successivamente la merce ritorna in Frau e viene portata al magazzino prodotti finiti.

La pelle per l'altra consolle viene portata dal magazzino rivestimenti al reparto taglio, tagliata e poi spedita insieme agli articoli provenienti dal magazzino centrale al terzista N per le fasi di cucitura, ricopertura e imballaggio. Ritorna poi al magazzino prodotto finito per lo stoccaggio prima della consegna al cliente.

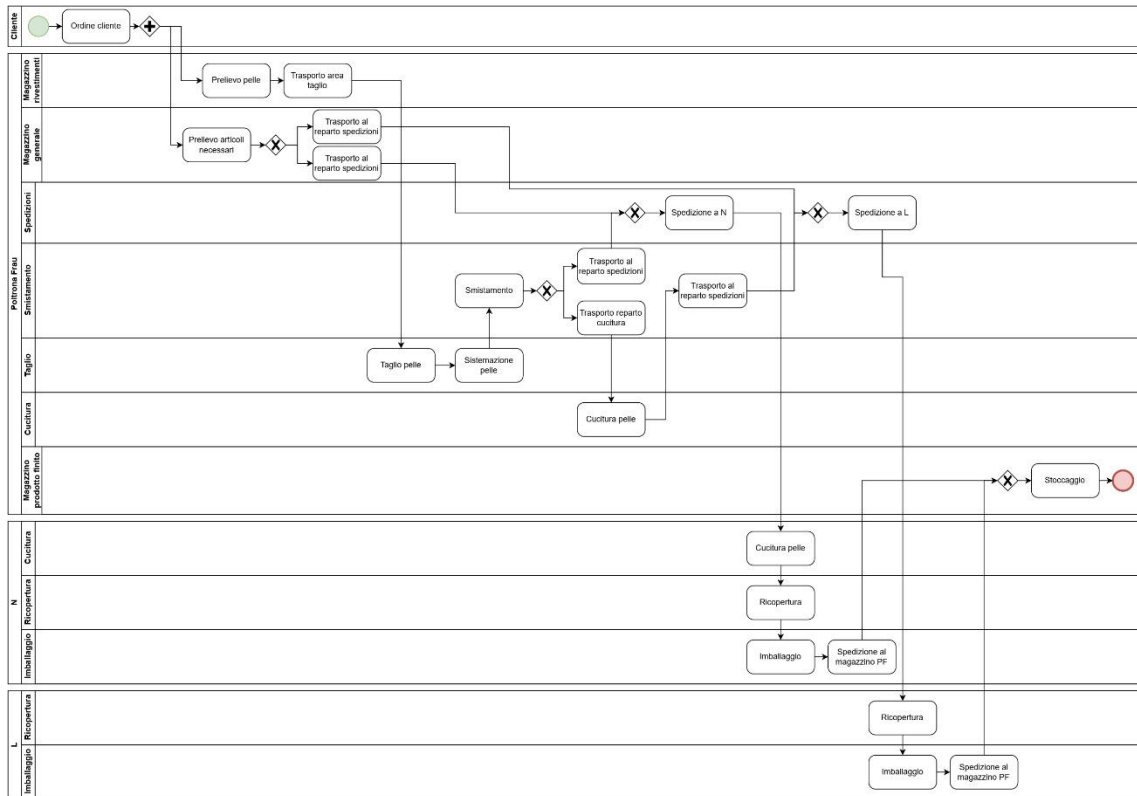


Figura 9: BPMN consolle

Flusso mobili contenitori

Per quanto riguarda il rivestimento, tutti gli articoli vengono prelevati dal magazzino e tagliati internamente, poi si procede allo smistamento:

- alcuni vengono mandati al terzista N, insieme agli altri articoli necessari per la realizzazione;
- altri modelli vengono spediti al terzista U per la fase di plissettatura;
- certi cabinet vengono cuciti, ricoperti e imballati internamente.

Alcuni modelli dopo la fase di plissettatura vengono triangolati insieme al necessario per completarli al terzista N. Questa azienda esegue le fasi di cucitura, ricopertura, imballo e successiva spedizione del prodotto finito alla Frau.

Un'eccezione riguarda un cabinet, che può essere ricoperto sia internamente che dal terzista N; in questo caso viene poi riportato in Frau per l'imballo.

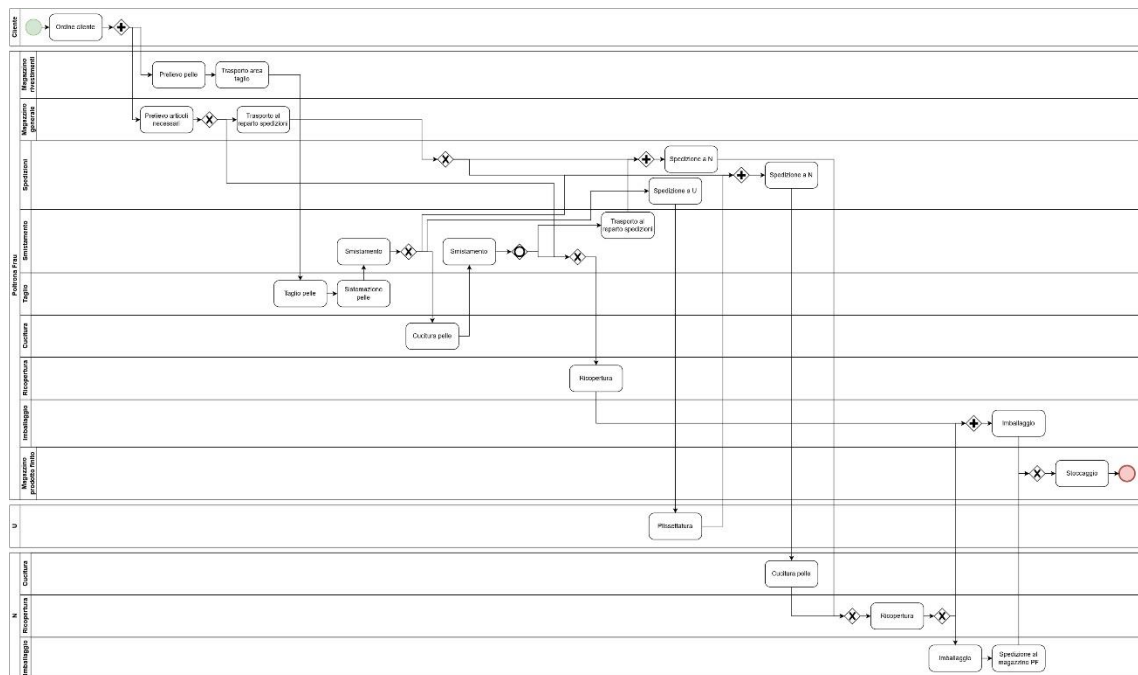


Figura 10: BPMN mobili contenitori

Flusso divani

Per realizzare i divani il rivestimento viene prelevato e tagliato internamente, viene poi smistato per la successiva fase di cucitura. Vengono cuciti solo internamente alcuni divani. Altri possono essere cuciti sia internamente che dal terzista R. Un modello, se rivestito in pelle, viene cucito dal terzista N, se in tessuto internamente. Per qualche modello si effettua questa fase presso il terzista N. Un altro articolo viene cucito presso il terzista H, che si occupa anche delle fasi di creazione del crudo, ricopertura e imballaggio, per poi tornare come prodotto finito. Alcuni modelli vengono cuciti dal terzista P. Degli ultimi due modelli può però occuparsi anche R, che cuce anche altri divani.

In parallelo viene prelevato dal magazzino e suddiviso tutto il necessario per realizzare il crudo:

- il terzista K si occupa della maggior parte degli articoli. Per uno effettua anche una fase precedente, il montaggio del fusto;
- internamente vengono creati i crudi degli altri modelli, alcuni possono anche essere realizzati da C.

Tutti gli articoli che hanno effettuato la cucitura o la creazione del crudo esternamente vengono riportati in Frau, ad eccezione di quelli che effettueranno la ricopertura dallo stesso terzista di una delle due fasi precedenti.

La ricopertura può essere realizzata internamente o presso il terzista F, per poi tornare in Frau per l'imballaggio. Alcuni vengono ricoperti e imballati internamente. Di tutti gli altri modelli è il terzista K ad occuparsi delle fasi rimanenti, ricopertura e imballo.

Flusso letti

La maggior parte dei letti segue un unico flusso comune:

dopo aver prelevato il rivestimento dal magazzino rivestimenti e le altre parti necessarie si effettua il taglio internamente, per poi mandare il tutto al terzista H e ricevere indietro il prodotto finito. Questo è valido per circa la metà dei modelli.

Degli altri hanno un flusso simile al precedente, l'unica differenza si ha nella fase di cucitura, che non viene eseguita dal terzista H ma dal terzista A; viene poi triangolata al terzista H per le fasi rimanenti.

Un modello segue un flusso differente: dopo la selezione del rivestimento, il taglio e la cucitura, realizzati internamente, insieme alle restanti materie prime provenienti dal magazzino generale, viene tutto mandato al terzista K per la realizzazione del crudo, la ricopertura e l'imballaggio.

Gli ultimi due modelli seguono lo stesso percorso. La selezione del rivestimento e il suo taglio viene fatta internamente, per poi essere mandato a cucire dal terzista N; in contemporanea le materie prime per realizzare il crudo vengono inviate dal magazzino centrale al terzista H. Una volta che crudo e cucito sono ritornati in Frau vengono spediti al terzista L, che si occupa della ricopertura e dell'imballaggio.

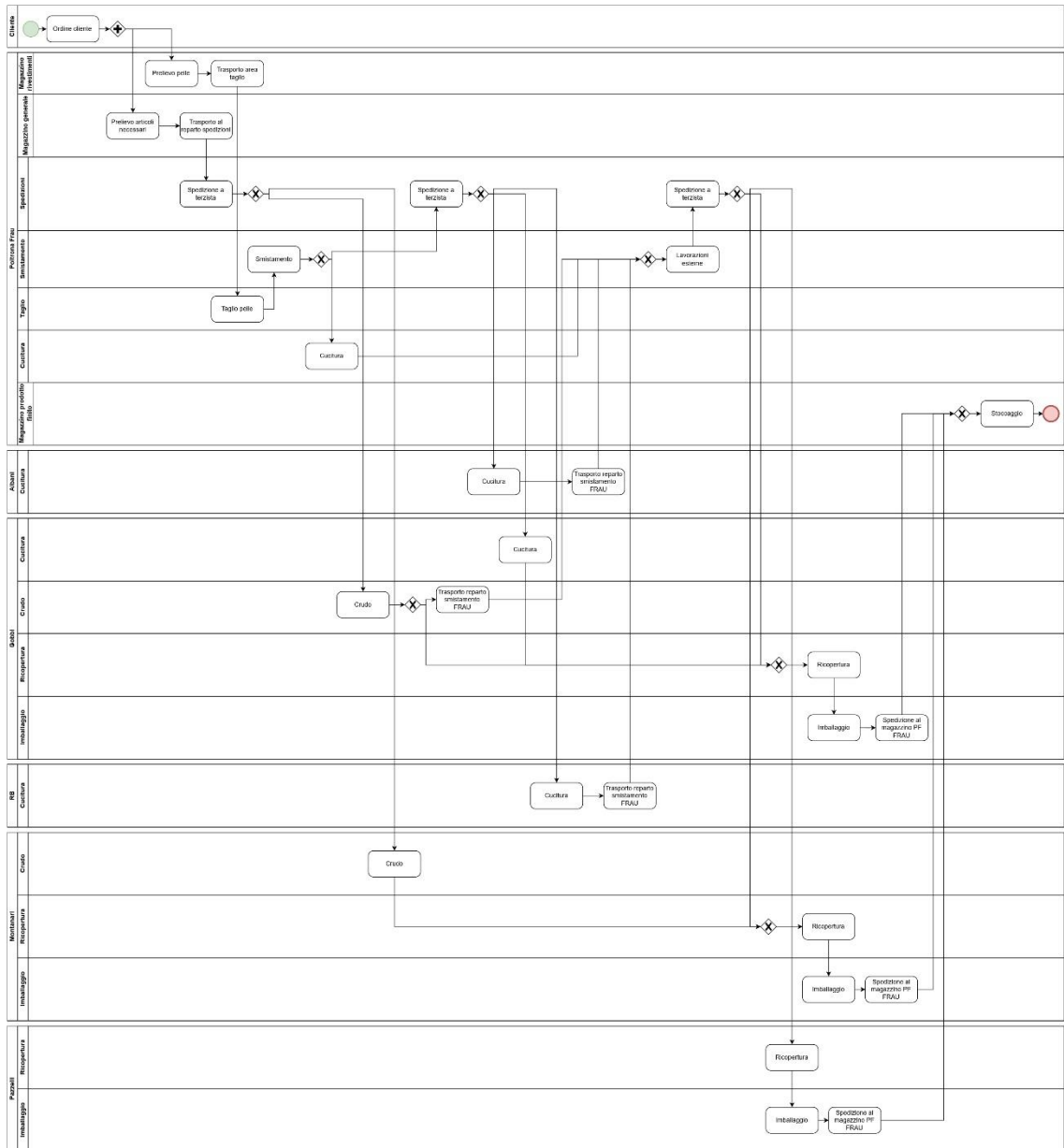


Figura 12: BPMN letti

Flusso librerie

Per ogni modello la selezione ed il taglio della pelle avvengono internamente, poi prendono strade differenti:

- il rivestimento di una libreria assieme alle altre materie prime prelevate dal magazzino centrale viene spedito al terzista della ricopertura, in questo caso N, che spedisce indietro il prodotto finito, verrà poi imballato internamente;
- quello di un altro modello viene cucito internamente e poi spedito al terzista L per ricopertura e imballo;
- un altro ancora è spedito al terzista N per la cucitura, per poi tornare ed essere mandata insieme agli articoli provenienti dal magazzino centrale al terzista L per la ricopertura e l'imballaggio;
- un articolo non ha una fase di cucitura ma viene ricoperto internamente e poi mandato al terzista M per l'assemblaggio, ritorna come prodotto finito da imballare internamente.

Flusso poltroncine

Il flusso di due modelli è lo stesso, la selezione del rivestimento, il suo taglio e la cucitura vengono realizzati internamente. Il cucito viene in seguito mandato, insieme alle materie prime del magazzino centrale al terzista E, per realizzare le fasi di crudo, ricopertura e imballaggio; rientra in Frau il prodotto finito.

Per gli altri selezione e taglio del rivestimento sono interni, ma la cucitura è esterna e se ne occupano diversi terzisti:

- G per un modello;
- H o R per un altro;
- terzista N;
- terzista A o P;
- terzista R.

Ai terzisti della cucitura G e N viene anche mandato tutto il necessario per realizzare il prodotto finito dal magazzino centrale, ed eseguono le fasi di crudo, ricopertura e imballaggio.

Il cucito di due poltroncine rientra in Frau e viene spedito insieme alle altre materie prime del magazzino centrale rispettivamente al terzista E ed N per le fasi di crudo, ricopertura e imballo.

Per un modello viene invece selezionato e tagliato il rivestimento internamente, che viene in seguito mandato al terzista R per la cucitura. In parallelo viene prodotto internamente in crudo e una volta che il cucito ritorna dal terzista viene ricoperto. Anche l'imballaggio avviene internamente.

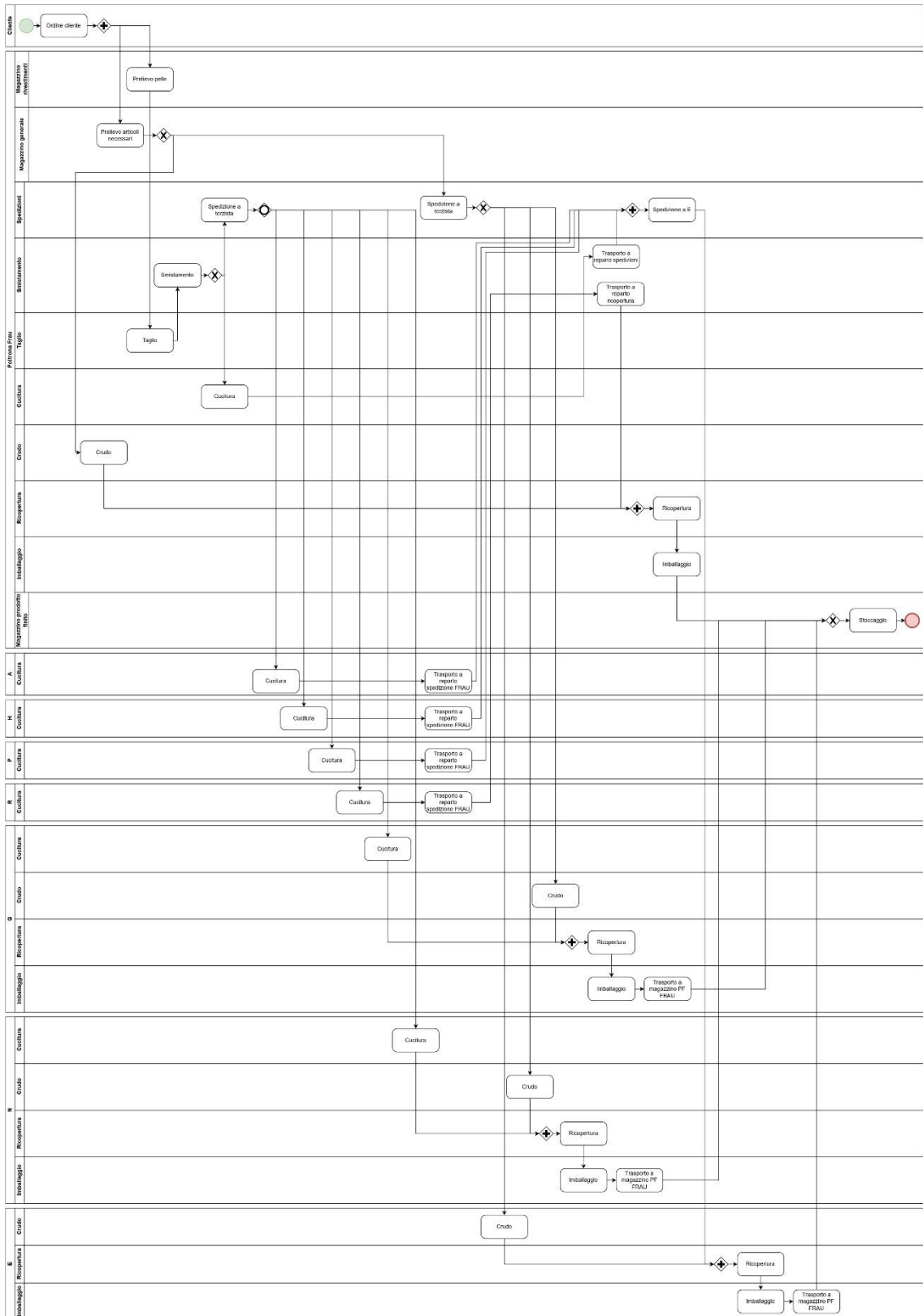


Figura 14: BPMN poltroncine

Flusso poltrone

La selezione e il taglio del rivestimento per tutti i modelli sono fasi interne, poi avviene lo smistamento per la successiva cucitura:

- la maggior parte dei modelli viene cucita internamente;
- uno viene spedito al terzista A, se non internamente;
- due articoli possono essere spedite anche ai terzisti A, P ed R;
- i fianchi di un modello vengono cuciti dal terzista O ed i cuscini da P;
- un altro viene cucito da H;
- tre modelli possono anche essere cuciti da P;
- una poltrona può essere mandata anche a R;
- un gruppo di modelli viene cucito dal terzista N;
- tre modelli vengono spediti a P;
- altri tre vengono mandati al terzista R.

In parallelo il crudo viene realizzato internamente per alcuni modelli, se invece viene realizzato dal terzista si suddivide così:

- terzista E;
- terzista H;
- sette modelli vengono mandati a K, che si occupa del montaggio fusto e della creazione successiva del crudo;
- due al terzista K;
- tre al terzista L;
- per un altro viene montato il crudo da K e poi triangolato a S per la realizzazione del crudo.

Tredici modelli non hanno la fase di crudo.

Successivamente cucito e crudo rientrano in Frau, se realizzati esternamente, vengono accoppiati e mandati a chi di dovere per la ricopertura:

- dieci modelli vengono ricoperti da E, una di queste può fare questa fase anche internamente;
- due modelli o internamente o da F;
- tre modelli vengono ricoperti da H;

- undici modelli vengono ricoperti internamente;
- altri tre possono essere ricoperti internamente o da J;
- un modello da J;
- due da K;
- altri quattro vengono mandati a N;
- un modello è ricoperto da T.

Della fase di imballaggio si occupa per quasi tutte le poltrone chi ha effettuato la ricopertura, con alcune eccezioni. Queste poltrone tornano in Frau per la fase finale di imballaggio.

Flusso poltrone ufficio

La selezione e il taglio del rivestimento sono per ogni modello effettuati internamente; la successiva cucitura invece necessita di essere smistata come segue:

- alcuni modelli vengono cuciti da A;
- uno viene cucito da A o R;
- i restanti modelli rimangono a fare la cucitura internamente, ad eccezione di due se presentano i braccioli, in questo caso il terzista è P.

In parallelo, se presente, viene realizzato il crudo:

- il terzista E si occupa di tre modelli;
- il terzista K esegue il montaggio fusto e realizza il crudo per un solo modello;
- il crudo di due modelli viene realizzato internamente.

Per le successive fasi di ricopratura ed imballaggio al terzista E viene spedito il cucito di tre modelli. Due modelli vengono ricoperti ed imballati internamente. Il cucito ed il crudo di uno viene spedito al terzista I per la ricopratura, poi ritorna in Frau per le fasi di assemblaggio e imballaggio. Una poltrona ufficio presenta invece due scelte per la ricopratura: se la scocca è verniciata viene spedita ad E, se anche la scocca deve essere ricoperta viene mandata ad N. in entrambi i casi le fasi di assemblaggio e imballaggio vengono realizzate internamente.

Flusso pouf

Per ogni modello la selezione ed il taglio del rivestimento avviene internamente, così come quasi tutta la cucitura, con due eccezioni: la cucitura delle fasce per un modello è assegnata ad A e la cucitura di un pouf è assegnata ad N.

Anche la parallela realizzazione dei crudi è principalmente interna, con le seguenti eccezioni:

- un modello è assegnato ad E;
- due modelli vengono spediti a K;
- un altro pouf ad L.

La successiva ricopertura è assegnata al reparto interno per tre modelli e per metà di un altro; l'altra metà è assegnata al terzista I. Tutti questi modelli tornano in Frau per l'imballaggio finale.

I terzisti che si occupano della ricopertura e seguente imballaggio sono invece:

- D per due modelli;
- E per altri due;
- K per due ancora, anche se l'imballaggio del primo avviene nel reparto Frau predisposto.

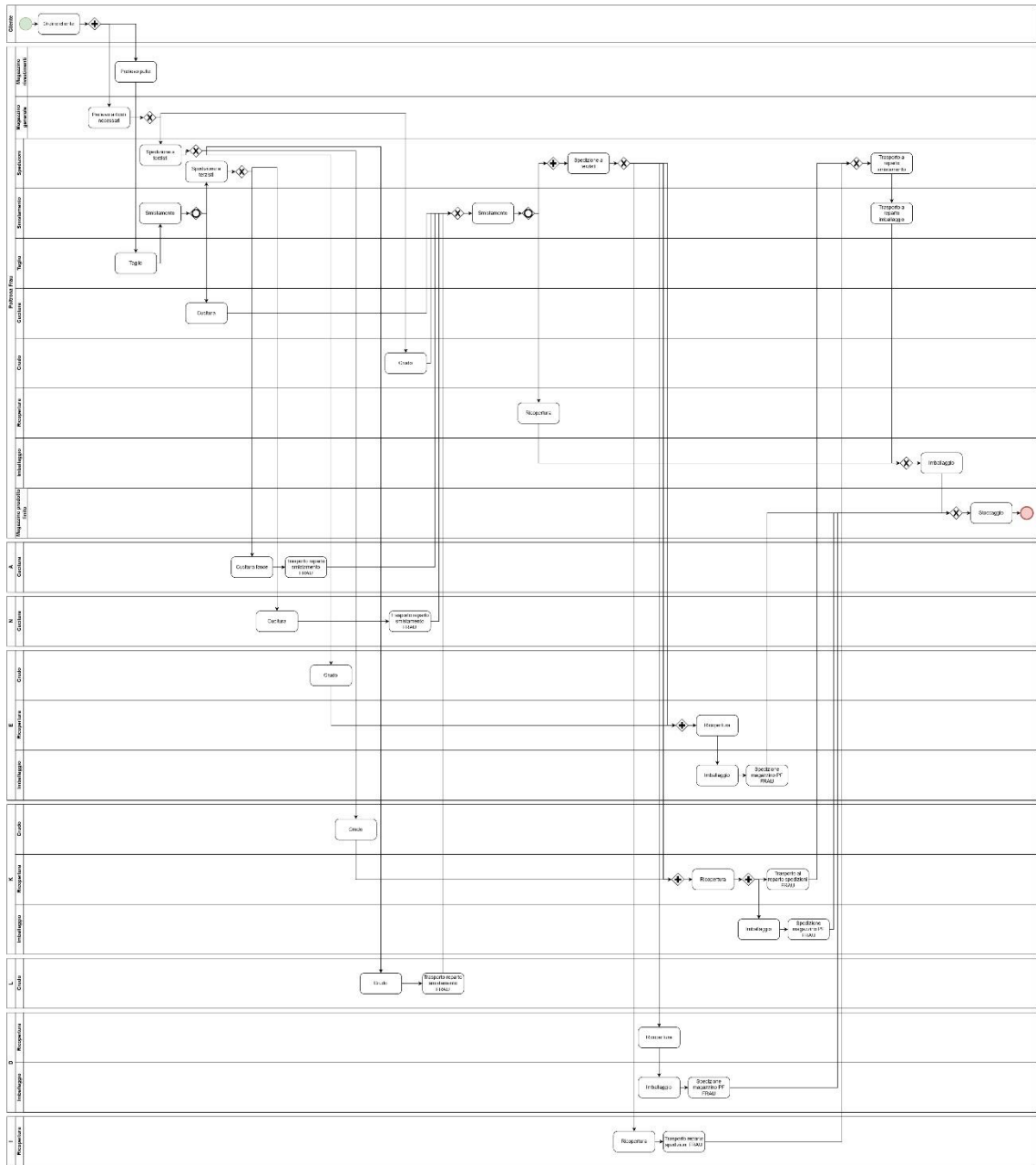


Figura 17: BPMN pouf

Flusso sedie

Il flusso delle sedie parte sempre da selezione del rivestimento e taglio che avvengono internamente per tutti i modelli.

Successivamente tutte le materie prime per realizzare un modello vengono spedite al terzista G per le fasi di cucitura e realizzazione crudo in parallelo, ricopertura e imballo. Stesso flusso per un altro, realizzato però dal terzista K e anche per altri, realizzati dal terzista N ma che non presentano alcun crudo.

Per un modello la cucitura invece è interna, viene in seguito spedita al terzista E con le altre materie prime del magazzino centrale per realizzare crudo, ricopertura ed imballo.

Due modelli invece hanno la fase di cucitura realizzata dal terzista P, il cucito viene poi triangolato al terzista E per ricopertura ed imballaggio.

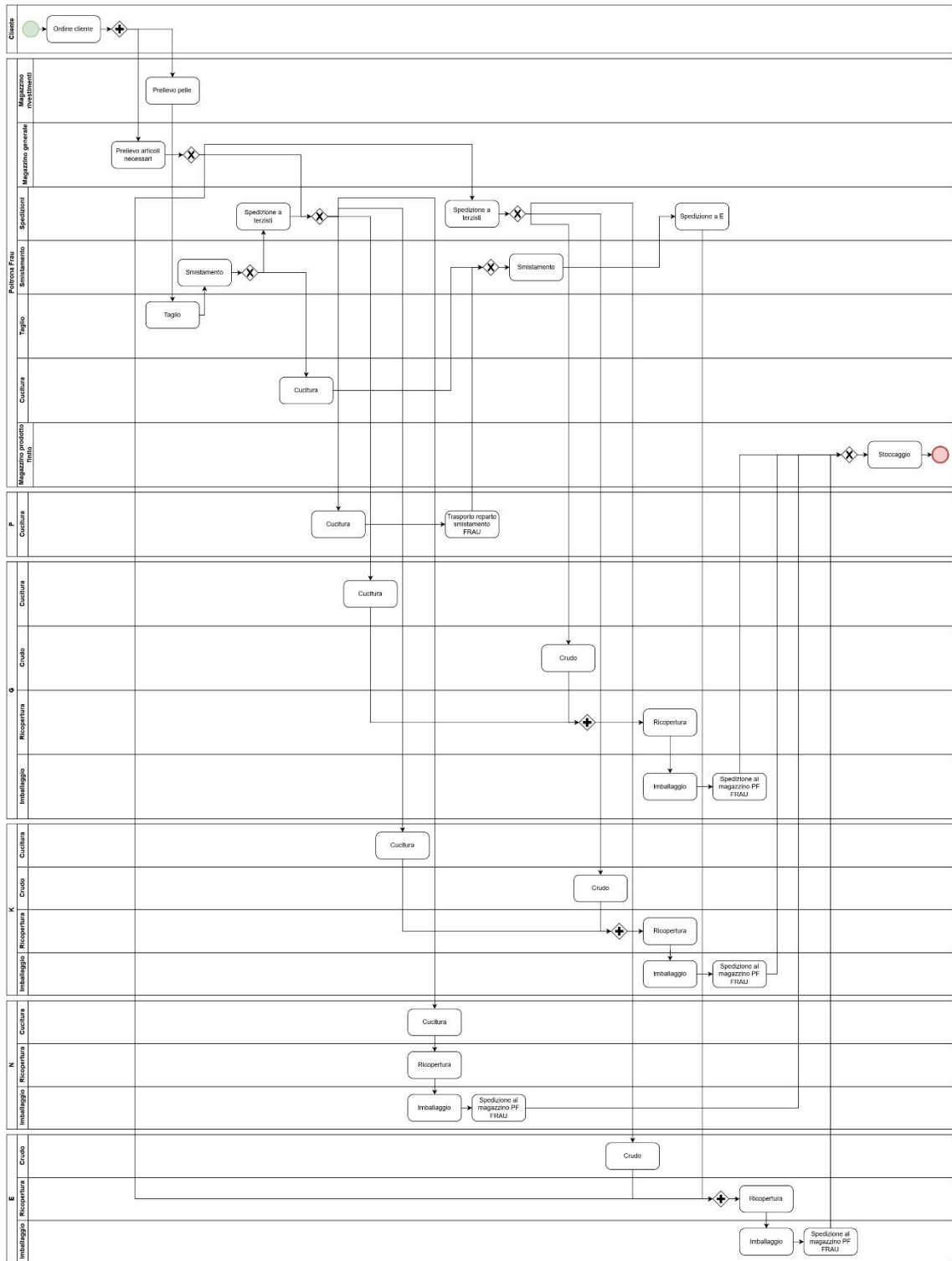


Figura 18: BPMN sedie

Flusso sgabelli

Il rivestimento per un modello viene selezionato, tagliato e successivamente cucito internamente; per la fase di ricopertura invece viene spedito al terzista I. Finita questa fase viene riportato in azienda per l'assemblaggio e l'imballaggio finale.

Per un altro, dopo il taglio interno, si invia al terzista N per la cucitura. Successivamente il cucito ritorna in azienda per poi essere mandato insieme alle altre materie prime del magazzino centrale al terzista E. questo si occupa della ricopertura, assemblaggio e imballaggio per i modelli con la base in legno. Gli sgabelli con base in metallo vengono solamente ricoperti da E, in seguito ritornano in Frau per la fase di assemblaggio e imballaggio finale.

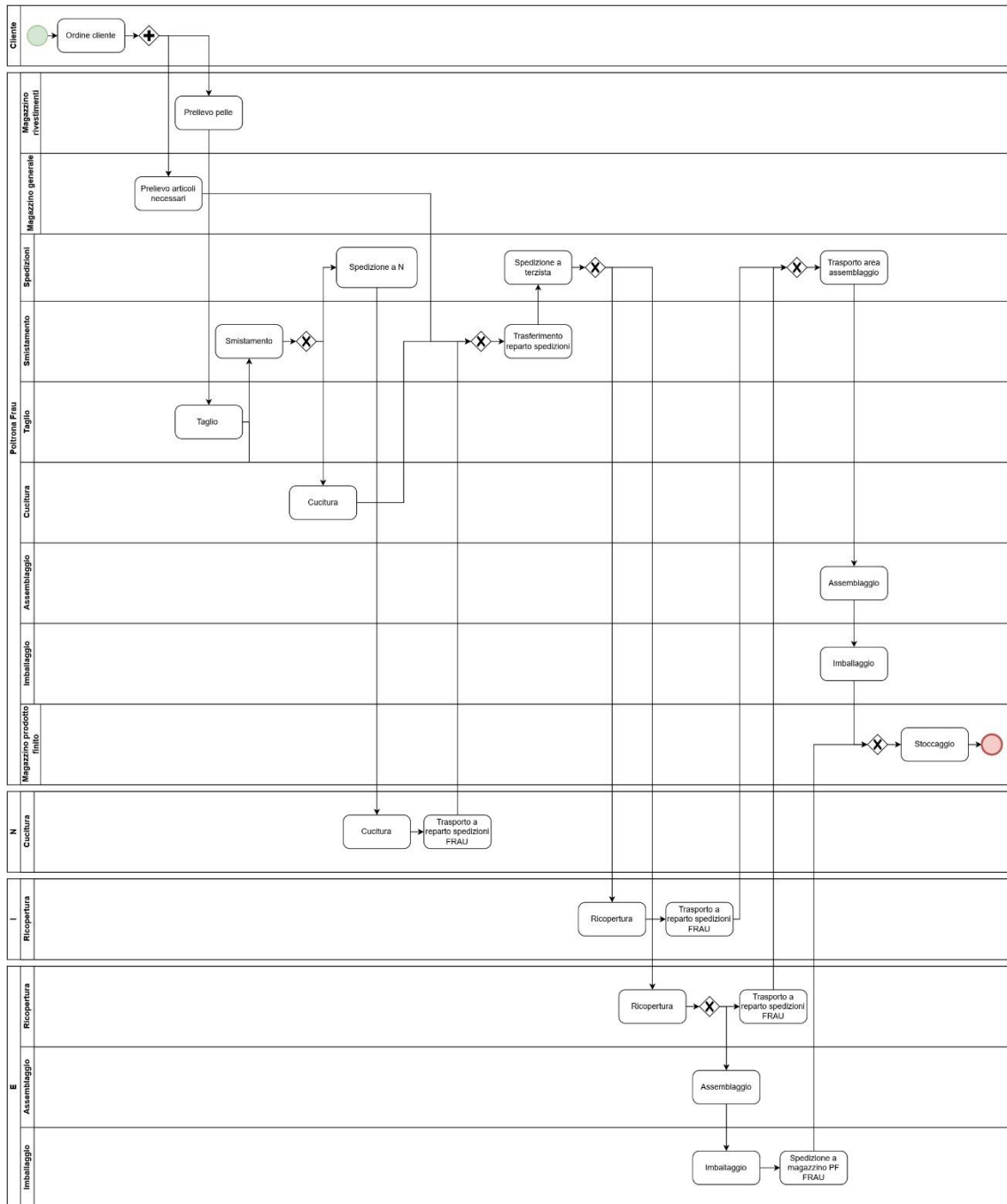


Figura 19: BPMN sgabelli

Flusso tavolini

Il rivestimento di un modello di tavolino viene selezionato internamente e spedito a B per il taglio e l'intreccio delle fasce, rientra in Frau e viene spedito insieme alle materie prime del magazzino centrale ad E per la ricopertura e l'imballo.

Un altro ha la selezione della pelle e il taglio del piano interni, mentre il reticolo viene tagliato da Q. Tutto il necessario per le fasi di cucitura, ricopertura, assemblaggio ed imballo viene poi spedito ad N per la realizzazione.

Gli altri modelli vengono tagliati e cuciti internamente, ad eccezione di due che non hanno la fase di cucitura.

Successivamente alcuni vengono inviati ad L per la ricopertura e l'imballaggio. Altri vengono ricoperti ed imballati dal terzista E. Un modello resta invece internamente per ricopertura, assemblaggio ed imballaggio.

Spaghetti Chart

Una volta aver compreso bene come funzionano tutti i flussi dei prodotti all'interno e all'esterno dell'azienda, si è passato ad un'analisi più approfondita del layout aziendale. Questo è possibile tramite lo Spaghetti Chart.

Questo è un tipo di diagramma di flusso che rappresenta i processi aziendali in maniera molto dettagliata e complessa, con molte linee che intersecano e si sovrappongono, simili ad una massa di spaghetti. Questo tipo di diagramma è spesso utilizzato per identificare problemi nei processi aziendali, come ad esempio ritardi o inefficienze, ma può anche essere utilizzato per visualizzare le relazioni tra diverse attività o per identificare opportunità di miglioramento. Lo Spaghetti Chart è uno strumento molto utile per la visualizzazione di processi complessi e interconnessi, e può essere facilmente compreso da tutte le personalità dell'azienda, anche se non hanno una formazione tecnica.

Spaghetti Chart As Is

La situazione attuale delle movimentazioni di semilavorati e prodotti finiti tra i reparti produttivi e da e verso l'area di spedizione ai terzisti è quella descritta successivamente. La pelle o i tessuti vengono portati dai magazzini al reparto di taglio.

Qui la pelle viene analizzata dagli operatori, che segnano con un pennarello le parti difettose, in modo che la macchina di taglio scarti queste zone automaticamente. I pezzi tagliati vengono poi accoppiati dagli operatori e sistemati in contenitori. Il reparto provvede a registrare l'uscita del rivestimento tagliato, che viene poi portato all'area di buffer del reparto cucitura per registrarne l'entrata ed eseguire lo smistamento.

Se la cucitura è affidata ad un terzista, viene chiamato un trasportatore, che con un transpallet o un carrello elevatore porta i contenitori dall'area di buffer della cucitura all'area buffer milk run esterno. Questi saranno poi caricati su un camion e portati al terzista indicato.

Al ritorno dal terzista, la merce cucita viene portata con un transpallet o carrello elevatore di nuovo all'area buffer cucitura per registrare l'uscita dal reparto. Se la

cucitura viene realizzata internamente i contenitori sono poi portati al reparto interno di cucitura per la lavorazione, sempre con un transpallet o un carrello elevatore.

I crudi che sono prodotti esternamente, al loro arrivo in Frau vengono stoccati nel magazzino a loro dedicato, così come quelli realizzati internamente, che vengono portati lì dal reparto crudi da un trasportatore con il mezzo più adatto in base alle dimensioni. Se si tratta di un modello particolare, i crudi prodotti esternamente devono essere trasportati al reparto crudi per una ulteriore lavorazione, la tracciatura, prima di finire al magazzino crudi.

Successivamente l'operatore dell'area buffer del reparto di ricopertura richiede a chi di dovere che gli venga portato tutto il necessario per questa fase:

- cucito, chiodi e bottoni dal reparto cucitura;
- crudi dal magazzino;
- sagome in cartone, esclusivamente per tradizionali, dal magazzino;
- gommapiuma, solo per i modelli tradizionali.

Quando ha tutto il necessario lo posiziona in un contenitore e registra l'entrata al reparto ricopertura, in seguito chiama un trasportatore per portare i contenitori a chi si occupa di questa fase:

- se viene effettuata internamente, viene portato dal trasportatore all'area kitting;
- se effettuata da un terzista viene trasportato all'area buffer milk run esterno.

Attualmente gli operatori dei due buffer (cucitura, ricopertura e milk run esterno) molto spesso devono chiamare i trasportatori che dovrebbero occuparsi delle movimentazioni tra i vari reparti. Questo avviene perché gli autisti non sempre passano a fare giri di ricognizione per controllare se occorre movimentare qualcosa, dato che sono occupati in altri compiti o si dimenticano di effettuarli. Questo causa un ritardo nell'approvvigionamento dei reparti, ma anche una posticipazione nella partenza dei camion che vanno ad effettuare il trasporto verso i terzisti, con un conseguente aumento del lead time. Lo spaghetti chart attuale è rappresentato in *figura 21*.

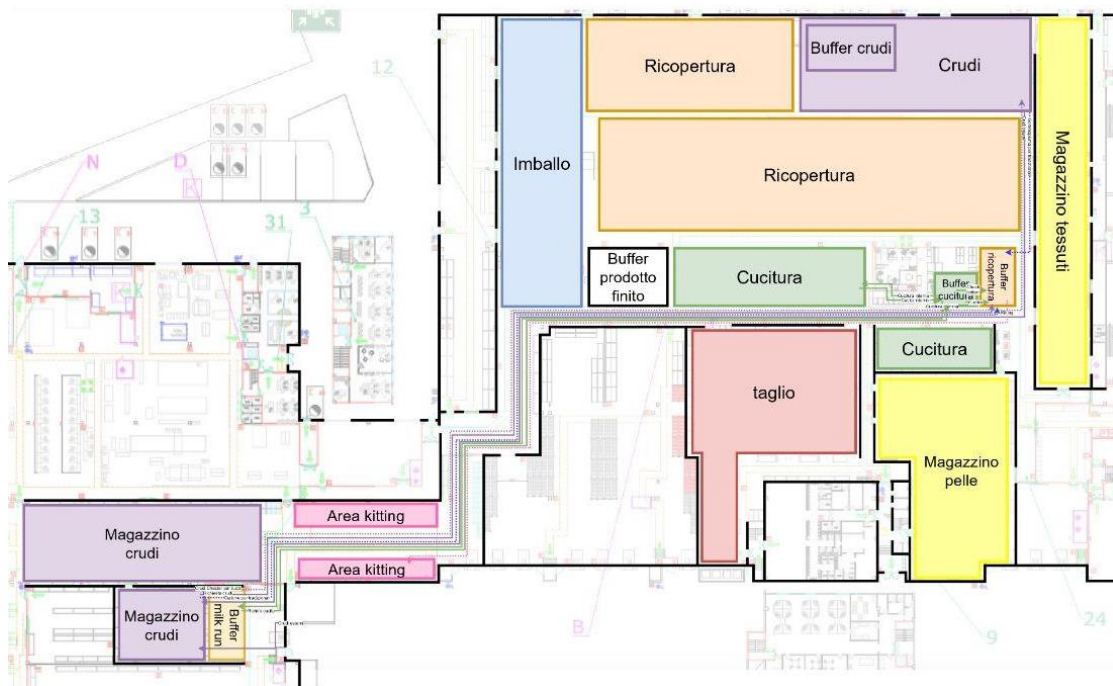


Figura 21: spaghetti chart as is

Spaghetti Chart To Be, prima soluzione

Un possibile miglioramento rispetto alla situazione attuale potrebbe consistere nel sostituire l'approvvigionamento dei reparti tramite carrello elevatore o transpallet con un trenino Mizusumashi, che vada ad effettuare un tragitto circolare, passando per ogni reparto produttivo con una certa frequenza.

Si potrebbe anche modificare il layout corrente, posizionando il buffer della ricopertura nei pressi del buffer milk run esterno e del magazzino crudi.

Il buffer ricopertura potrebbe essere sostituito da un buffer del milk run interno, in modo da raggruppare lì tutto il WIP e ridurre ad una sola le fermate del mizusumashi per i reparti produttivi. Questa situazione è esplicitata dalla figura 22.

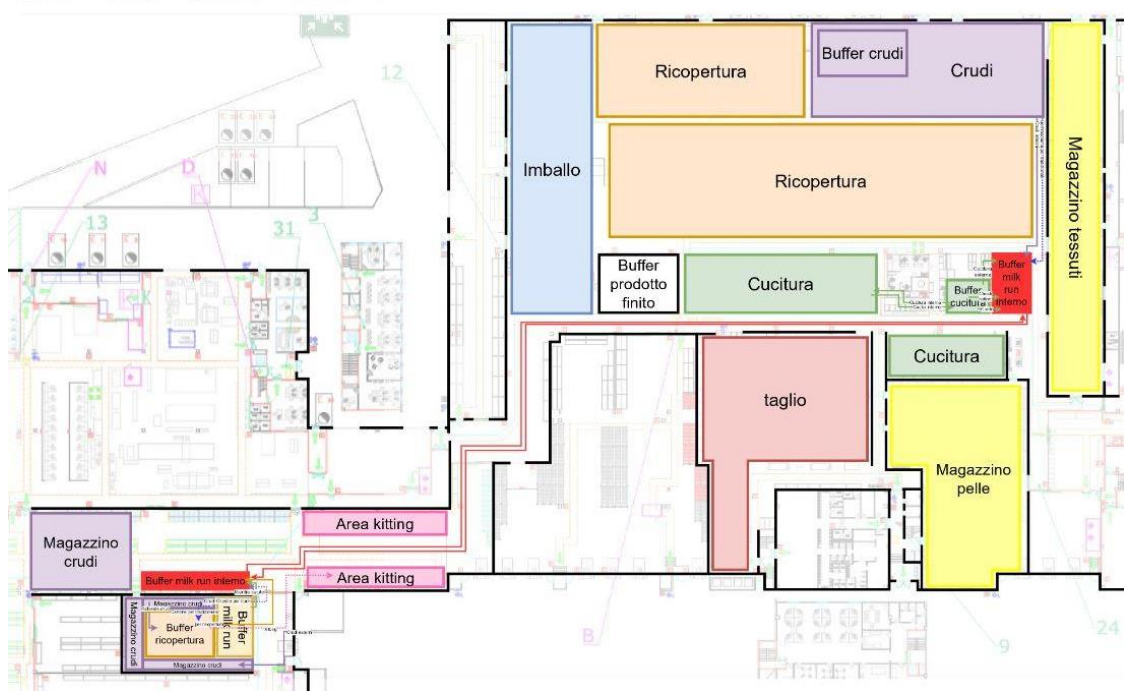


Figura 22: spaghetti chart to be, prima soluzione

Con questi cambiamenti si potrebbero ottenere diversi benefici:

- si evita il trasporto e il ritardo associato alla movimentazione dei crudi dal loro magazzino al buffer della ricopertura;
- si evita il trasporto e il ritardo associato alla movimentazione del kit di ricopertura dal buffer ricopertura al buffer milk run esterno, fase che viene in maggior parte realizzata esternamente;
- stessa cosa per il trasporto dal buffer ricopertura all'area kitting;
- i cartoni necessari per i modelli tradizionali che si trovano stoccati nel magazzino crudi vedrebbero azzerati i tempi di trasporto;
- si assegna il rifornimento dei reparti ad un solo operatore, che si dedica solamente al milk run, sarà quindi sempre disponibile e specializzato nel suo compito.

Uno svantaggio è una maggiore distanza percorsa dei rivestimenti cuciti internamente che devono essere ricoperti internamente, che però sono in percentuale molto bassa rispetto a quelli spediti ai terzisti. Questi al momento si muovono dal reparto taglio al buffer cucitura, posizionati uno di fronte all'altro. Da qui passano al buffer ricopertura,

posizionato di fianco alla cucitura. Data la vicinanza, questi movimenti avvengono con dei carrelli, in modo da rendere più facile e veloce il trasferimento, senza scomodare i trasportatori. Con l'implementazione del Mizusumashi si andrebbero a prelevare i rivestimenti cuciti dal buffer, per essere lasciati al buffer ricopertura. Successivamente verrebbero prelevati dall'area kitting, kittizzati, e portati al reparto ricopertura.

Spaghetti Chart To Be, seconda soluzione

Un'altra soluzione potrebbe essere quella di utilizzare la zona lasciata libera dal buffer della ricopertura per realizzare un'altra zona dove effettuare la ricopertura. La zona di buffer della cucitura potrebbe essere spostata nelle vicinanze del magazzino crudi e del buffer della ricopertura, in modo da trovarsi vicino a queste ultime e poter coordinare meglio il lavoro. Il problema di questo spostamento, una volta verificato sul campo, sarebbe la riduzione dello spazio dedicato al magazzino crudi e alla preparazione dei kit. Questa soluzione non è quindi attuabile ed è stata subito scartata.

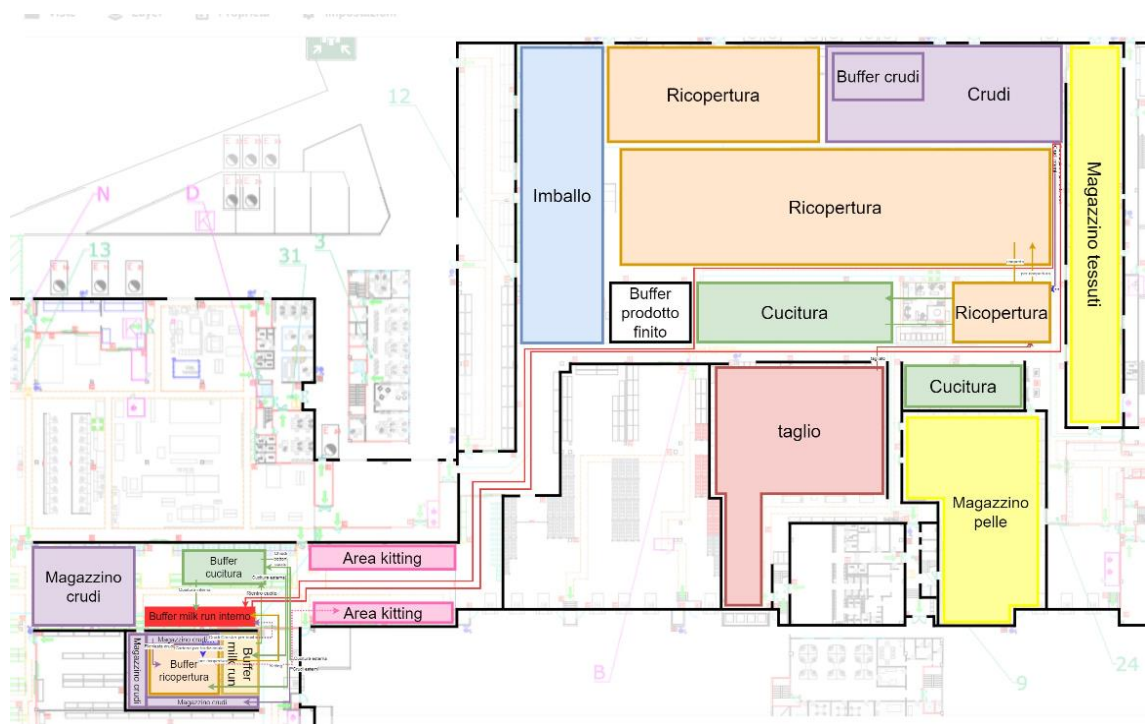


Figura 23: spaghetti chart to be, seconda soluzione

Spaghetti Chart To Be, terza soluzione

La terza soluzione, per risolvere il problema della seconda, elimina il buffer del milk run interno e sposta il buffer della cucitura vicino al buffer ricopertura.

Il buffer del milk run interno è stato eliminato, in quanto è possibile scaricare i contenitori e i pallet dal Mizusumashi direttamente nell'area del buffer ricopertura, stessa cosa per la fase di carico prima della partenza del trenino.

L'area di buffer della cucitura inoltre, è stata accorpata all'area di buffer ricopertura. In questo modo si lascia libera la zona vicino l'area kitting, come nella configurazione attuale. Inoltre, con questa soluzione, uno dei due operatori dei buffer potrebbe dedicarsi alla cucitura o alla ricopertura vera e propria, aumentando la capacità produttiva interna.

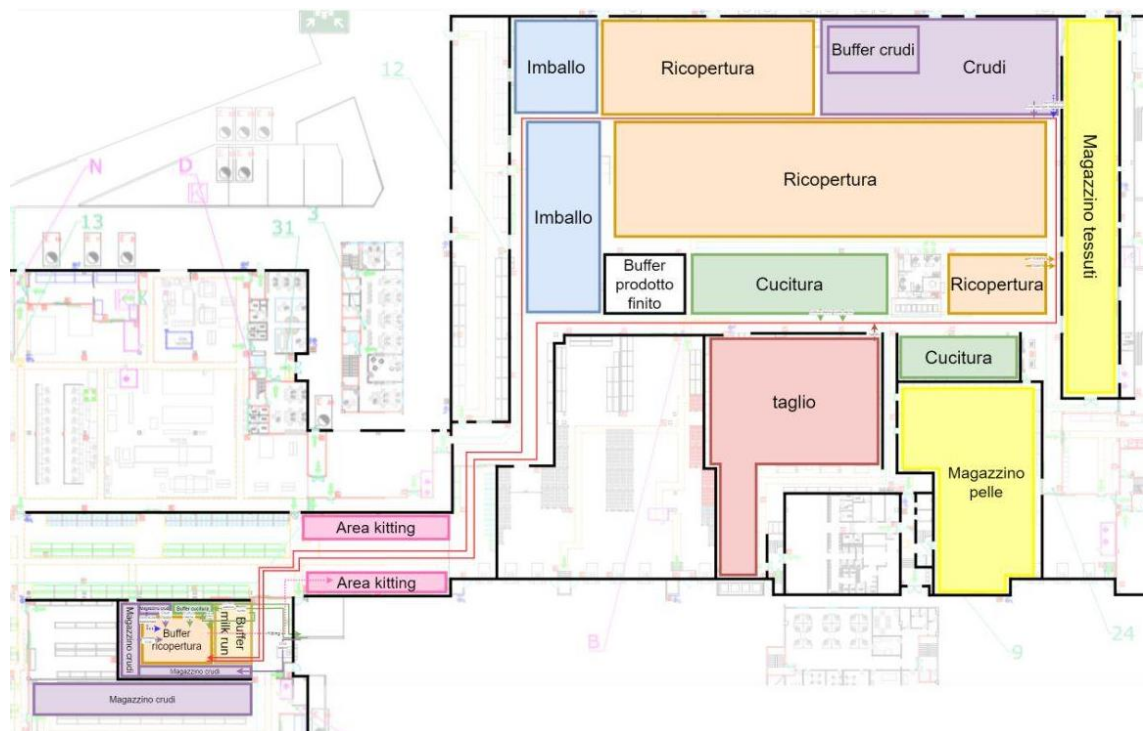


Figura 24: spaghetti chart to be, terza soluzione

Spaghetti Chart To Be, quarta soluzione

Una soluzione alternativa potrebbe essere quella di ridurre la dimensione del buffer di cucitura e lasciarlo di fianco al suo reparto. In questo modo sul treno Mizusumashi si carica solamente la pelle e i tessuti da destinare alla cucitura esterna, distribuendo al suo reparto i rivestimenti da cucire internamente.

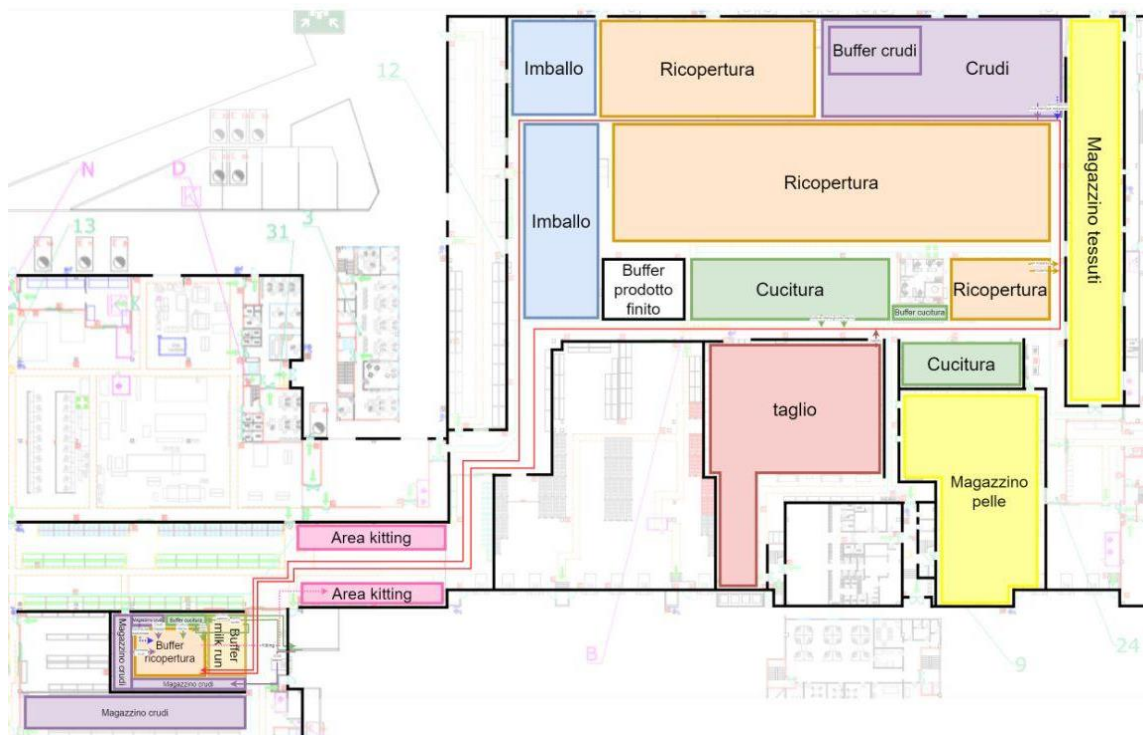


Figura 25: spaghetti chart to be, quarta soluzione

Con la soluzione precedente è necessario portare tutti i rivestimenti da cucire dal reparto di taglio al buffer cucitura e poi far portare dal Mizusumashi di nuovo all'area produttiva ciò che deve essere cucito internamente. Grazie all'ultima soluzione questo passaggio inutile verrebbe eliminato, ma gli operatori necessari per far funzionare i due buffer rimarrebbero due, essendo i due reparti in due zone distanti dell'area produttiva. In conclusione, considerando il minor impatto delle modifiche sul resto del layout produttivo e la convenienza a livello di produttività, le due opzioni più valide sono le ultime due. Nelle successive valutazioni si andranno a prendere in considerazione queste due alternative.

Analisi del flusso di contenitori e pallet

Per avere dei dati su cui valutare più nel dettaglio le soluzioni proposte, si è proceduto con la verifica sul campo dei volumi movimentati da e per il reparto di buffer della ricopertura.

L'analisi ha avuto la durata di una settimana lavorativa, ossia cinque giorni, con un unico turno per giorno della durata di 8 ore.

Per quanto riguarda il primo giorno, il numero di pallet movimentati è stato di 11, con una media di 1,4 pallet/ora. I contenitori invece sono stati 50, con una media di 6,3 contenitori/ora.

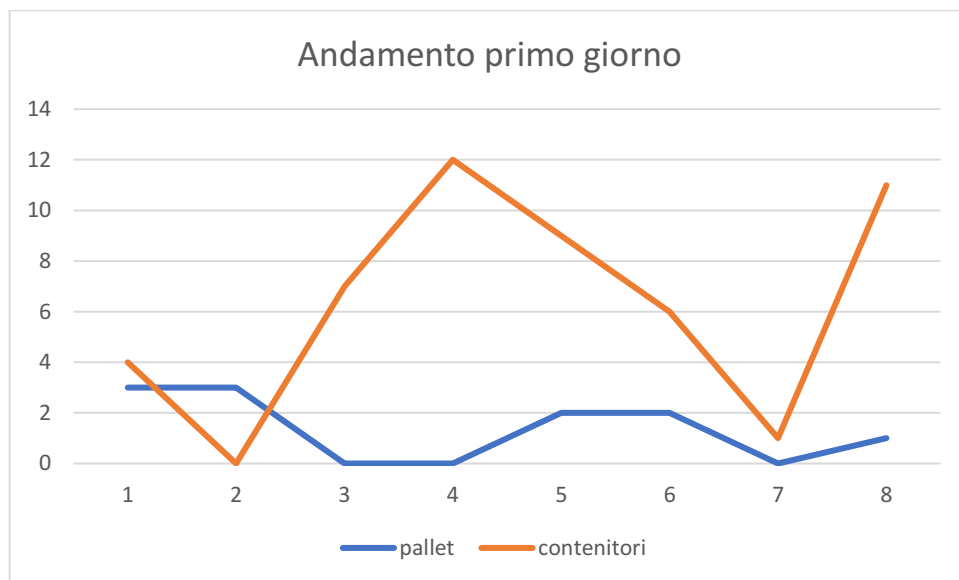


Figura 26: andamento primo giorno

Per il secondo giorno, il numero di pallet movimentati è stato di 13, con una media di 1,6 pallet/ora. I contenitori invece sono stati 65, con una media di 8,1 contenitori/ora.

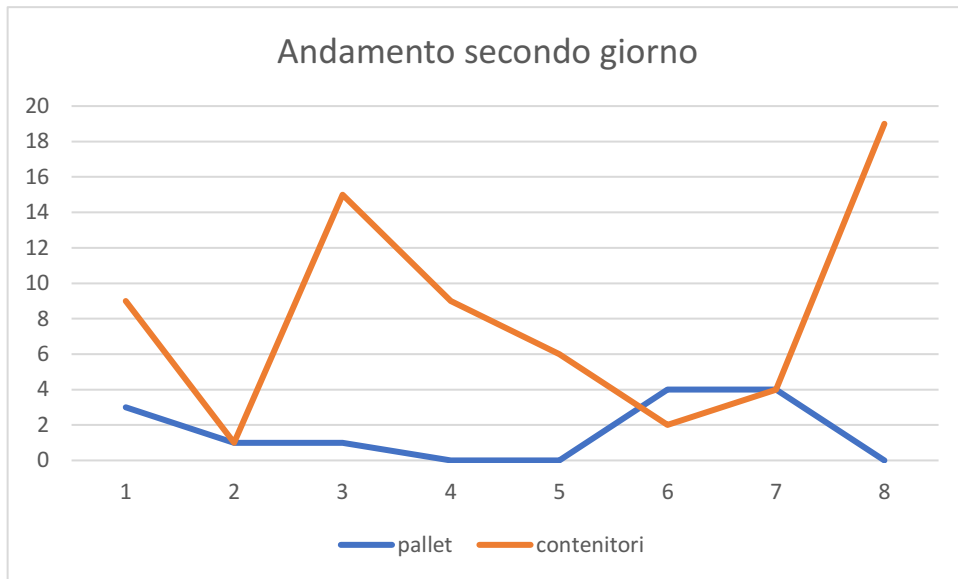


Figura 27: andamento secondo giorno

Per il terzo giorno, il numero di pallet movimentati è stato di 17, con una media di 2,1 pallet/ora. I contenitori invece sono stati 43, con una media di 5,4 contenitori/ora.

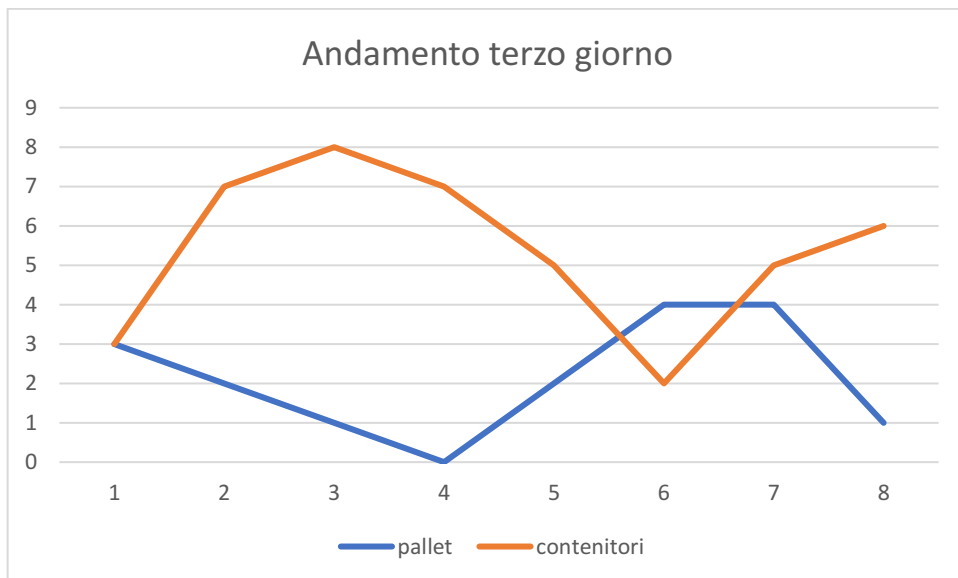


Figura 28: andamento terzo giorno

Per il quarto giorno, il numero di pallet movimentati è stato di 15, con una media di 1,9 pallet/ora. I contenitori invece sono stati 80, con una media di 10 contenitori/ora.

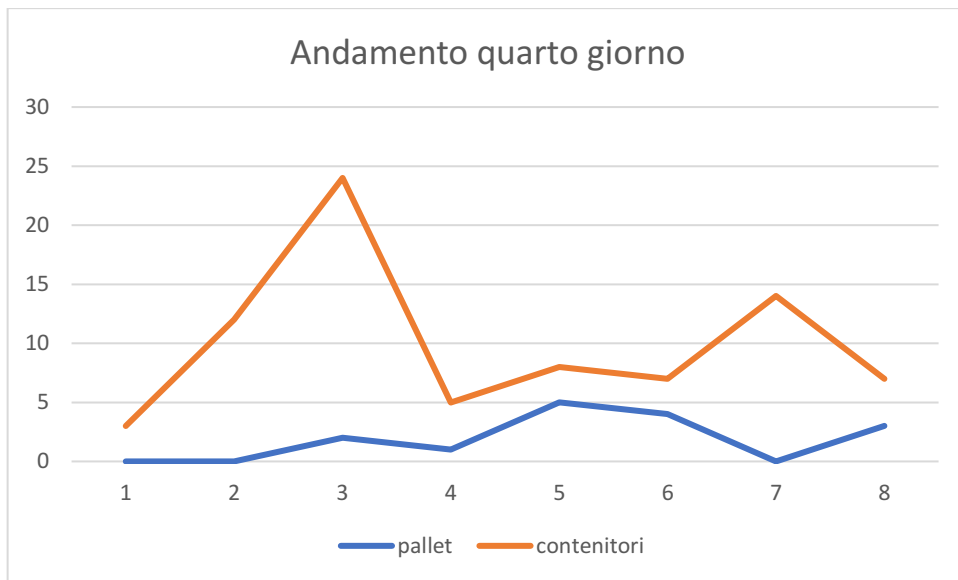


Figura 29: : andamento quarto giorno

Per il quinto giorno, il numero di pallet movimentati è stato di 6, con una media di 0,8 pallet/ora. I contenitori invece sono stati 60, con una media di 57,5 contenitori/ora.

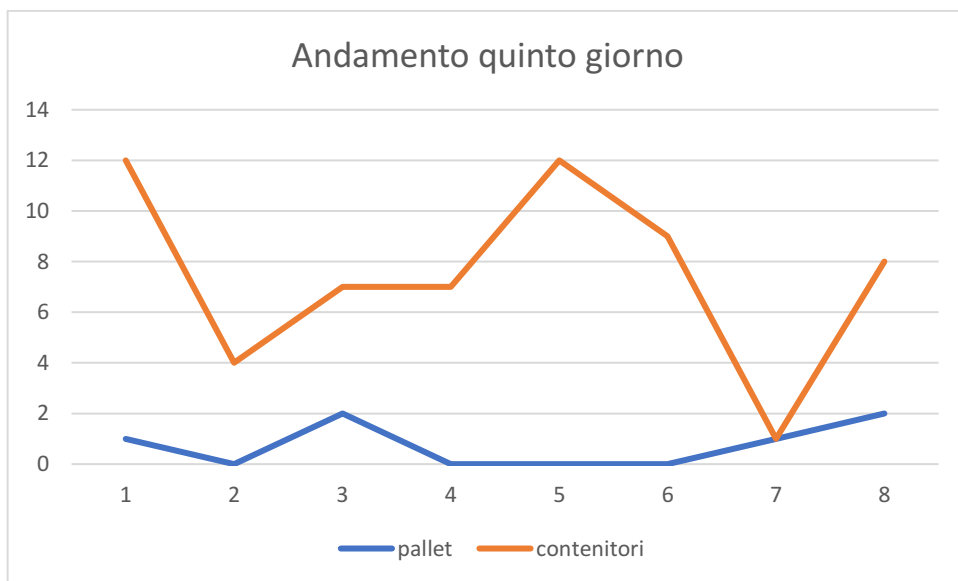


Figura 30: : andamento quinto giorno

In conclusione, sono stati movimentati nella settimana 54 pallet e 270 contenitori, con una media di 10,8 pallet/giorno e 54 contenitori/giorno.

Purtroppo, la settimana analizzata non corrisponde molto con la media dei volumi movimentati solitamente in azienda, per questo nelle successive analisi si è deciso di raddoppiare tutti i valori ottenuti, per avere un riscontro più simile alla realtà.

Progettazione fornitura Mizusumashi

Prima di procedere con la progettazione vera e propria è necessario dare alcune spiegazioni riguardo all'approvvigionamento tramite Mizusumashi.

Il mizusumashi è l'operatore logistico responsabile dello spostamento dei materiali e delle informazioni che li riguardano all'interno dello stabilimento. Esso opera come un servizio shuttle in aeroporto, ha un percorso fisso e costante ciclo dopo ciclo e presenta le seguenti caratteristiche:

- lo shuttle mizusumashi si ferma ai vari supermarket (di prelievo, di bordo linea, dei kit, di spedizione prodotti finiti);
- il ciclo viene calcolato alla stessa maniera, misurando il lavoro che deve essere fatto presso le varie fermate più il tempo del viaggio;
- a questo livello di organizzazione, i contenitori che devono essere spostati tramite il servizio shuttle sono equivalenti a clienti o passeggeri.

Fornitura tradizionale a mezzo carrello elevatore vs fornitura mizusumashi

L'approvvigionamento tradizionale delle macchine o delle linee viene fatto tramite l'uso di carrelli elevatori che spostano i contenitori delle dimensioni di pallet verso il punto di utilizzo. Lo stesso metodo di trasporto viene utilizzato anche per la consegna dei prodotti assemblati al magazzino prodotti finiti. Il sistema di rifornimento tradizionale a mezzo carrello elevatore funziona come un taxi, nel senso che è possibile chiamarlo per ordinare una fornitura attraverso il computer, chiamando il conducente, oppure l'autista stesso può decidere di fare un giro di ricognizione per controllare se occorre spostare qualcosa. In molti casi, il rifornimento del bordo linea inizia con gli operatori di linea o il responsabile, i quali decidono che è giunto il momento di ordinare un altro carico. L'ordine può essere emesso tramite un sistema computerizzato che viene ricevuto nel magazzino componenti, dove il carico viene prelevato e preparato. Subito

dopo un carrello elevatore lo consegnerà e si occuperà anche di spostare i pallet dei prodotti finiti verso il magazzino.

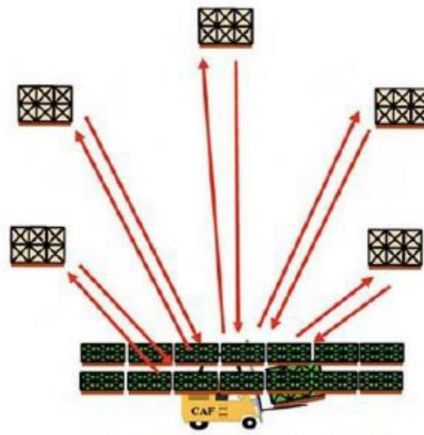


Figura 31: fornitura tramite carrello elevatore

La fornitura tradizionale non è standardizzata, in quanto non presenta né un percorso, né un ciclo fissi, non si ha uno standard work. Il conducente del carrello elevatore lavora in base agli ordini così come sono ricevuti, senza alcun controllo della capacità (saturazione). Questo significa che, durante alcuni momenti della giornata, il carrello elevatore può essere sovraccaricato di ordini e in altri momenti completamente scarico. Poiché non ci sono supermarket che stoccano contenitori di flusso, i compiti logistici coinvolti non sono lineari, e si producono notevoli perdite di tempo. La capacità di carico del carrello elevatore è anche limitata per quanto riguarda il numero dei pezzi caricabili in un dato tempo: solitamente è possibile il trasporto di un solo pallet alla volta, che è l'equivalente di un solo vagone del treno mizusumashi. Questo vuol dire che il carrello elevatore potrebbe fare molti giri di ritorno a vuoto. Talvolta, sul carrello elevatore possono essere impilati in altezza due o tre pallet. Il carrello elevatore è molto rapido durante il tragitto, ma in molti casi le condizioni di sicurezza o di traffico fanno sì che la velocità debba essere ridotta.

Spesso in azienda capita che si debba attendere per un carrello elevatore libero, dato che se ci sono a disposizione dieci carrelli elevatori, occupati per il 90% del tempo, la probabilità che possano essere tutti contemporaneamente impegnati è del 35%. Questo vuol dire che un terzo del tempo il cliente dovrà attendere, in quanto la capacità del sistema è sovraccarica. Per questo motivo tutti sono portati a pensare che non ci sono mai abbastanza carrelli elevatori, ed essendo consapevoli dei tempi di attesa, proprio

per questo ne richiedono di più. Il responsabile della logistica, invece, pensa che ce ne siano abbastanza e che il loro numero soddisfi adeguatamente la quantità di contenitori da spostare. In realtà però il problema principale è la mancanza di uno standard work, il lavoro delle linee produttive non è sincronizzato con il lavoro del sistema logistico, ed il problema non è risolvibile completamente con l'acquisto di nuovi carrelli elevatori e l'assunzione di nuovi operatori per la guida di questi carrelli.

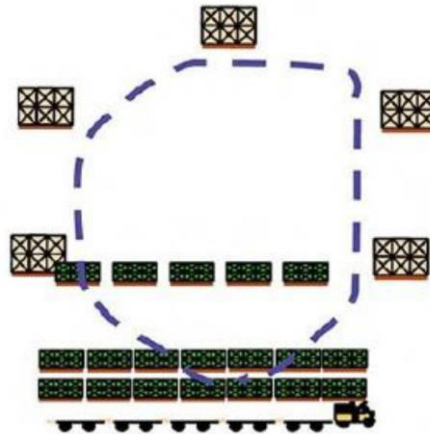


Figura 32: fornitura tramite mizusumashi

Una linea mizusumashi, invece, è un servizio di logistica avanzata che collega tutte le celle produttive all'interno della fabbrica. Senza la linea mizusumashi, le linee one-piece flow sarebbero isolate in un mare di scorte e non riuscirebbero a lavorare secondo il loro pieno potenziale.

Questa soluzione prevede un trenino, con diversi carrelli attaccati dietro, che si occupa delle varie movimentazioni all'interno dell'azienda. Di solito ci sono tre tipologie di carrelli, piccoli, medi e grandi. I carrelli piccoli sono 420 x 620 e quindi possono essere usati per stoccare contenitori kanban. I carrelli grandi 820 x 1220, in cui si possono stoccare anche i pallet (oppure più contenitori, ad esempio quattro contenitori piccoli). Come dimensione intermedia abbiamo dei carrelli 620 x 820, utilizzati per spostare principalmente contenitori. Le dimensioni del pallet in Europa sono standardizzate, si utilizza l'Europallet, che è 800 x 1200. Di solito non si mescolano trenini di diverse dimensioni. Ovviamente in un'azienda potrebbero circolare più trenini, di varie dimensioni.

Nella scaffalatura del supermarket potrebbero essere stoccati sia pallet che contenitori a flusso. Questi ultimi si trovano nella parte bassa, in modo che l'operatore può raggiungerli a mano: solitamente è l'autista del trenino che li prende e li carica nel trenino. I pallet invece sono stoccati in alto, perché prima di essere usati dovranno essere deconsolidati e divisi in contenitori, che poi verranno spostati in basso.

Se ci sono tantissime parti da fornire alla linea, cioè non si ha una soluzione standardizzata, il Milk Run può andare in difficoltà, perché dovrebbe trasportare tantissimi vagoni e su ogni vagone ci sarebbero molti contenitori contenenti oggetti diversi. Quando si verifica questo problema la soluzione che si consiglia è quella di trasportare nei vagoni non i singoli componenti, ma i kit, dei vassoi in cui inseriamo i diversi componenti che servono per realizzare un certo prodotto, utilizzando un approccio just in sequence. Si vanno a portare alla linea i componenti in base all'articolo che sta passando, ma è una soluzione molto più complessa da realizzare, per via delle elevate probabilità di errori nella fase di creazione della sequenza.

Creazione del Mizusumashi

Il bordo linea viene organizzato in base al principio di approvvigionamento kanban, in maniera tale che nei supermarket di bordo linea il mizusumashi abbia tutti i pezzi necessari e il segnale di ripristino sia innescato dalle scatole vuote. Alla fine del percorso il mizusumashi consegna alla linea anche gli ordini dei prodotti finiti da realizzare, sotto forma di kanban prodotti finiti e sono prelevati dal mizusumashi (all'inizio del ciclo) da un dispositivo chiamato leveling box. I contenitori dei prodotti finiti vengono spostati dalla linea di produzione secondo il principio FIFO: quando un contenitore è pronto, viene spostato nelle celle logistiche situate nell'area prodotti finiti.

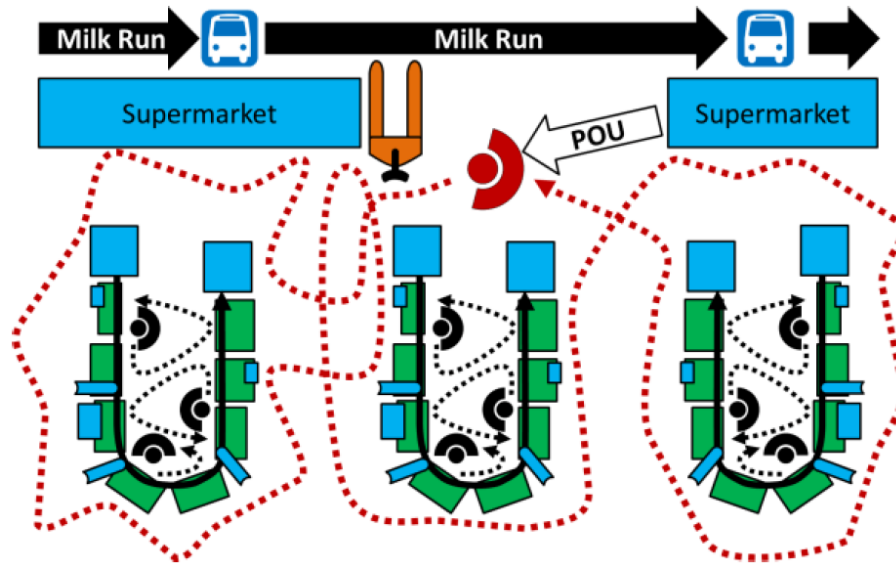


Figura 33: soluzione a linee multiple

Per una soluzione a linee multiple, ossia quando ci sono linee di piccole dimensioni, con pochi componenti richiesti, può essere l'operatore (POU: point of use provider) che va con un transpallet a consegnare, a fare la milk run. Questa è la soluzione più semplice.

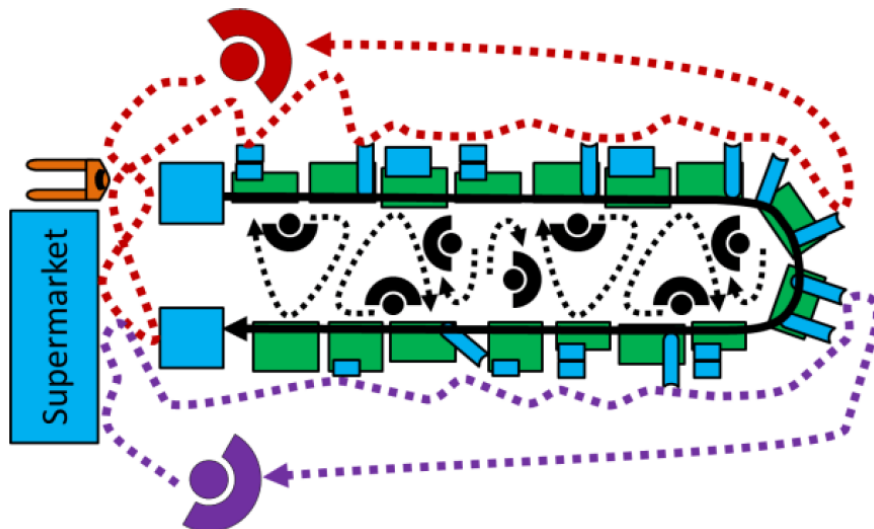


Figura 34: soluzione con più di un POU

Per linee più lunghe e complesse si potrebbe aver bisogno di più POU. Per scegliere il numero di POU si deve considerare una parte della linea tale che possa saturare il lavoro di un operatore; considerare il tempo necessario, per ogni stazione, per il picking o il refilling, il tempo di movimento e la frequenza con cui un operatore deve fare il giro del latte. In base a questo si può determinare il numero di attività di prelievo o di

rifornimento che possono essere assegnate ad un singolo operatore per saturarne la capacità. Una volta saturata la capacità di una persona, ne viene presa un'altra.

In ogni caso bisogna evitare l'effetto serpente, cioè evitare che il trenino vada a collidere con la propria coda, dimensionandolo in modo da evitare che ci siano problemi di questo tipo. Inoltre, di solito per occupare meno spazio possibile, il trenino fa curve a 90 °, evitando curve ampie che occupano molto spazio e creano problemi nell'area produttiva.

Progettare una linea mizusumashi

Gli step principali nella progettazione di una linea mizusumashi sono:

1. Fare una lista di tutti i compiti che verranno assegnati al mizusumashi. (Il ciclo inizia dalla leveling box o kanban box, dove il mizusumashi raccoglie le informazioni dei prodotti da prelevare o fabbricare).
2. Fare una stima iniziale di quanto tempo occorrerà per ciascun compito. Se necessario, andare sul Gemba e fare delle prove.
3. Disegnare un percorso circolare nel layout, ossia un viaggio circolare che inizi e finisca nello stesso punto.
4. Identificare i punti di fermata (stazioni).
5. Costruire un appropriato prototipo di treno. Ne possono essere progettati di tre modelli (la soluzione ideale prevede che diverse misure di vagoni non dovrebbero essere mescolate nello stesso treno): treno piccolo (10-12 vagoni piccoli), treno medio (8-10 vagoni medi), treno grande (6-8 vagoni grandi).
6. Fare un giro di prova a treno vuoto. Assicurarsi che si muova in linea retta e che ogni svolta sia a 90°, senza tagliare gli angoli. Prestare attenzione all'effetto serpente, inconveniente che può essere facilmente risolto cambiando la geometria di assi e ruote.
7. Assicurarsi che i supermarket fornitori e clienti siano pronti.
8. Scegliere il miglior operatore per il ruolo di mizusumashi. Questo è molto importante in quanto il flusso dell'intero ciclo dipenderà dalle sue prestazioni.

9. Far circolare il treno per quattro o cinque giorni, misurando i tempi ed eliminando i muda, gli sprechi.
10. Disegnare lo schema finale dello standard work.
11. Formare l'operatore mizusumashi per almeno venti giorni, affinché lo standard possa diventare un'abitudine inconscia. Assicurarsi che l'operatore possa muoversi attraverso il processo in maniera «automatica». La progettazione e l'operatività delle linee mizusumashi sono importanti per la creazione del flusso quanto quelle delle linee one piece flow.

Dimensionare il sistema mizusumashi

Le variabili da tenere in considerazione per dimensionare il sistema sono diverse: la frequenza (quindi il tempo) con cui il trenino passa nel sistema produttivo, la sua capacità, il numero di componenti diversi che può portare e la capacità per ognuno, lo spazio disponibile. Ogni variabile influenza le altre ed è dipendente dalle altre. Teoricamente si potrebbero fare delle analisi costi-benefici per trovare il giusto compromesso tra tutte queste variabili, ma in realtà è difficile fare un'analisi completa, perché è complesso capire quali costi sono associati a una certa scelta piuttosto che ad un'altra. Il suggerimento potrebbe essere quello di partire dallo spazio a disposizione, un vincolo su cui non si può solitamente giocare molto.

Il ciclo è il seguente: viene prelevato il contenitore vuoto dalla linea di assemblaggio, viene portato al magazzino per essere di nuovo riempito e successivamente il contenitore pieno si riporta alla linea.

Nel caso migliore, nel momento in cui arriva il trenino alla stazione della linea di assemblaggio si svuota il contenitore, viene portato al magazzino per essere di nuovo riempito e si riporta indietro. Ma il sistema deve essere dimensionato sul caso peggiore, quello in cui il contenitore diventa vuoto esattamente non appena il trenino è ripartito dalla stazione.

Questo significa che se il ciclo è di un'ora, nel caso peggiore, per riavere quel contenitore vuoto, una volta perso il treno bisogna aspettare un'ora, durante la quale il trenino viaggia vuoto, senza neanche il contenitore. A questo punto, preso il contenitore vuoto,

verrà portato in magazzino, riempito e riportato indietro pieno. Quindi in realtà nel caso peggiore si avrà a disposizione di nuovo quel contenitore pieno dopo due ore. Bisogna creare una condizione di sicurezza per cui non si verifichi mai questa situazione di mancanza di componenti alla stazione e dimensionare anche il bordo linea in maniera tale da avere lo spazio per i materiali che sono necessari per un tempo pari a due cicli, più un ulteriore contenitore (per evitare di restare senza contenitore nel momento in cui stanno per riportarli). Si può anche aggiungere un safety buffer, una scorta di sicurezza, se la domanda è molto variabile nel tempo.

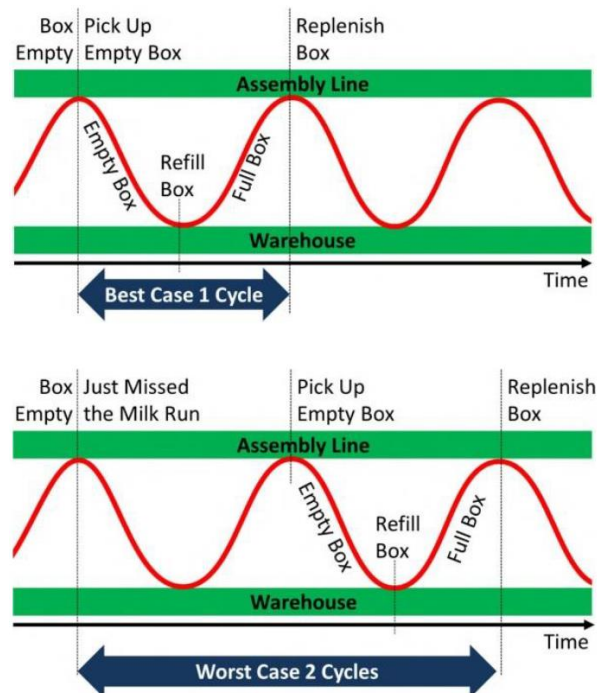


Figura 35: best and worst case prelievo contenitori

Una volta dimensionato il numero di box bisogna osservare il sistema, se ci si accorge che nel supermarket o nel magazzino si va a volte in stock out, probabilmente sarà necessario incrementare il numero di box che girano. Viceversa, se nel supermarket si accumulano molti contenitori, significa che ne sono presenti troppi in giro ed è necessario ridurli.

A questo punto si può passare al calcolo del numero di contenitori. Per farlo si parte dal consumption takt, ossia il tasso di consumo dei vari componenti, dato dal rapporto tra l'intervallo di tempo (che potrebbe essere il turno di lavoro) e la domanda di quel componente nel turno.

$$\text{Consumption Takt} = \frac{\text{Time Interval}}{\text{Demand during Time Interval}}$$

Il consumption takt viene poi moltiplicato per il numero di pezzi che può contenere il contenitore, ottenendo il tempo necessario alla linea per svuotare un contenitore.

Successivamente si deve calcolare il Milk Run Cycle Time, il tempo di ciclo del milk run, sommando i tempi di prelievo e consegna da e alle varie stazioni, più i tempi di movimentazione. Siccome si valuta il caso peggiore, il Milk Run Cycle Time viene moltiplicato per 2, per tener conto del caso in cui il contenitore diventa vuoto esattamente non appena il trenino riparte dalla stazione. Questo valore viene poi diviso per il tempo necessario alla linea per svuotare un contenitore. Il numero ottenuto viene arrotondato all'intero superiore, in modo da avere un valore finito di contenitori e addizionato di 1, perché deve sempre rimanere un box disponibile nella stazione con il materiale.

$$\text{No. of Boxes} = \text{Round Up}\left(\frac{(2 \cdot \text{Milk Run Cycle Time})}{\text{Consumption Takt} \cdot \text{Pieces per Box}}\right) + 1$$

Se per caso sul trenino non ci fosse spazio sufficiente per tutti questi contenitori, a volte si potrebbe anche decidere di arrotondare il valore all'intero inferiore.

Milk-run loop layout

Milk-run stops: bisogna identificare con delle X sul layout del sistema produttivo i punti in cui il trenino deve fermarsi, i punti di picking, oppure di refilling. Sicuramente deve fermarsi al magazzino o al supermarket per prendere i materiali che serviranno. All'interno del sistema produttivo si possono avere più Milk-run. Riportare il layout aziendale su un foglio e mettere le X dove si vuole far fermare il trenino.

Milk-run route: il tempo complessivo di movimentazione e i tempi di stop sono legati al numero di fermate del trenino, ma anche al numero di contenitori. Ci sono due cose che limitano il percorso: il tempo necessario per il milk-run (che deve essere minore del tempo di ciclo del milk-run) e la capacità del trenino, che deve contenere tutti i materiali. Queste due variabili sono poi collegate al numero di contenitori e questi tre aspetti devono essere tenuti in considerazione in parallelo. Quindi, se c'è un problema di spazio, si può andare a valutare il numero di contenitori che possono essere a bordo linea e sulla base di questo si identifica il tempo necessario per consumare quel numero di

contenitori e da lì calcolare la frequenza con cui il trenino deve passare. Quindi per risolvere questo problema in generale si parte da uno dei vincoli, lo spazio a disposizione, perché nella maggior parte dei casi lo spazio a bordo linea è limitato, soprattutto se il numero di componenti da fornire ad ogni stazione è elevato. Il tipo e il numero di componenti necessari vengono definiti nella distinta base, organizzata in più livelli.

Spazio nel bordo linea

Partendo dallo spazio a disposizione a bordo linea, si identificano le quantità di ogni componente che serve nella stazione. Sapendo il numero di contenitori che può essere contenuto a bordo linea, si identifica la frequenza di ciclo. Mettendo più contenitori a bordo linea la frequenza diminuisce e quindi aumenta il tempo di ciclo del Milk Run; diminuendo il numero di contenitori a bordo linea, deve aumentare la frequenza. A questo punto, conoscendo i tempi di stop e di movimentazione tra una stazione e l'altra, si identifica in numero di stazioni che possono essere assegnate al trenino. Se con questo valore di contenitori e con questa frequenza si accumulano troppe scorte allora si riduce il numero di contenitori o si allunga il tempo di ciclo. Il processo di progettazione della logistica interna è un processo in cui si cercano di mettere insieme tutte le variabili, ma comunque è necessario osservare come funziona il sistema.

Lo spazio intorno alla stazione di lavoro è lo spazio più prezioso, anche se più vengono messe vicine le stazioni e più si riesce ad essere efficienti. Di seguito alcune soluzioni per creare spazio nel bordo linea.

La più semplice, ma non la migliore è distanziare un po' di più le stazioni una dall'altra. Spostare i componenti da qualche altra parte, anche se non è una gran soluzione perché l'operatore deve spostarsi per prendere il materiale (waste di spostamento). Se proprio è necessario usare questa soluzione bisogna mettere lontano i componenti che vengono utilizzati meno frequentemente. C'è sempre un problema di waste di spostamento, però in misura minore.

Un'altra possibilità è l'utilizzo del point of use provider. In questo caso l'operatore sulla stazione non si muove, ma è un altro operatore che consegna i componenti. Il trenino

passa, consegna i componenti e poi sarà il point of use provider che porta i componenti alla stazione di lavoro. In questo modo si divide il lavoro ciclico, quello della stazione di assemblaggio, dal lavoro non ciclico, quello del point of use provider. A volte il point of use provider può essere anche il responsabile di reparto o una persona jolly, spesso è la persona che sa fare di tutto, una delle persone più capaci. Serve anche a sostituire l'operatore se ha necessità di allontanarsi dalla linea temporaneamente, deve conoscere tutti i prodotti.

Un'altra soluzione è aumentare la frequenza del milk run, anche se bisogna considerare che possono esserci degli oggetti voluminosi che sbilanciano il tempo di ciclo, ma per quelli si può prevedere un trenino a parte. Ad esempio, se il consumo è di 10 pacchi, allora si può fare un milk run da un'ora oppure potete assegnare alla stazione uno stock di 5 parti e passare ogni 30 minuti a rifornirlo.

Un'altra possibilità è quella di usare tutto lo spazio intorno all'operatore, ma non sempre è possibile, perché la linea è molto profonda e così anche il nastro trasportatore, resta difficile rifornire frontalmente.

Zentenatamashi: cercare di ottimizzare lo spazio, cercando di contenere lo spazio occupato ad esempio ruotando i componenti ed impilandoli, in modo tale da occupare meno spazio orizzontalmente tra una stazione all'altra.

Un'altra soluzione è cercare di ridurre la dimensione dei contenitori. È sconsigliato posizionare direttamente il pallet che arriva dal fornitore a bordo linea, a meno che non si abbia tanto spazio a disposizione. Spesso non è conveniente avere linee lunghissime con molte stazioni di lavoro, è meglio avere più linee con un numero inferiore di stazioni. Quindi, meno stazioni, più attività per ogni stazione, più parti che devono essere assegnate ad ogni stazione, più componenti, più contenitori, lo spazio a bordo linea diventa un elemento maggiormente critico, questo potrebbe richiedere un aumento di frequenza nei cicli del milk run (si accorcia). Bisogna tenere i pallet nella scaffalatura del magazzino e poi fare il picking a seconda di quello che serve. Non sempre è possibile, ma se si ha una partnership amichevole con il fornitore si può chiedere di far mettere direttamente a lui i pezzi in contenitori più piccoli, magari già pronti per essere messi su un sistema karakuri, in questo modo si migliora abbastanza l'efficienza.

Ridurre la varietà delle parti, il sistema produttivo deve lavorare insieme all'ufficio tecnico per standardizzare una serie di componenti. Questo ovviamente aiuta anche in produzione. Design for manufacturing, for assembly, quindi una progettazione del prodotto non solo focalizzata all'apprezzamento del cliente ma anche al sistema, in modo da aiutare le fasi di assemblaggio. Avere una standardizzazione aiuta non solo a ridurre lo spazio occupato a bordo linea, ma complessivamente a ridurre le scorte in magazzino.

Altra soluzione è rappresentata dal kitting. Si crea una kitting area in cui un operatore prepara il kit da portare alla stazione di lavoro e quindi l'operatore in linea prende i pezzi dal kit, ci sono diverse possibilità:

- si crea un kit che viene posizionato all'inizio della linea e fatto viaggiare lungo il nastro trasportatore su più stazioni, l'operatore prende i pezzi che gli servono dal vassoio e li assembla; poi il vassoio passa alla stazione successiva;
- il kit può contenere le parti che servono per l'assemblaggio di una sola stazione;
- il kit può contenere solamente le parti specifiche di quel prodotto che si deve lavorare, poi magari davanti si mettono le soluzioni karakuri per i componenti comuni a tutti i prodotti. I componenti che invece sono specifici per ogni singolo prodotto vengono messi sul kit;
- qualsiasi altra combinazione delle precedenti opzioni.

Lo svantaggio principale del kitting è la necessità di assumere altre persone, che si andranno ad occupare di questa mansione, ma siccome chi lavora in prodotti sulla linea si specializza solo nella fase di assemblaggio e chi lavora nella kitting area si specializza solo nella preparazione dei kit in realtà poi i diversi operatori sono molto più veloci nel fare il lavoro in cui si sono specializzati. Un altro problema, la preparazione dei kit non è un lavoro semplice, se ne devono occupare gli operai migliori, perché devono gestire centinaia e centinaia di componenti diversi.

Una soluzione alternativa è quella del just in sequence, anche chiamata fornitura junjo, in sequenza, che viene utilizzata quando si hanno prodotti e/o componenti molto voluminosi. Un classico esempio è quello dei sedili, nel settore automotive, che occupano parecchio volume e spesso sono anche diversi tra loro.

Sincronizzazione

Bisogna anche decidere come verranno movimentati i cartellini kanban in produzione. Ogni contenitore deve avere un cartellino kanban che indichi quale pezzo dovrebbe esserci dentro e in che numero, chi sono i fornitori e coloro che lo riceveranno. In un supermarket kanban un contenitore vuoto rappresenta il segnale di ripristino per riportarlo indietro al fornitore e che l'operatore mizusumashi gestirà tutti i contenitori e le relative informazioni. Quest'ultimo gestisce anche altre informazioni relative all'evasione degli ordini, che devono essere avviati nei diversi punti del flusso. L'operatore non trasporta solo i contenitori, ma spesso trasporta anche altri cartellini kanban, ad esempio quelli di produzione. Possiamo avere sia dei cartellini kanban, di fornitura continua; ma anche dei cartellini Junjo. I cartellini kanban avranno un ciclo logistico a fornitura continua, nel senso che quando c'è un contenitore vuoto deve essere preso, riempito e riportato alla stazione, è un ciclo continuo. Viceversa, nel ciclo logistico junjo si ha una fornitura sequenziata, in base al programma di produzione viene portato esattamente quello che è necessario. Nel caso di un ciclo logistico Junjo non si ha un contenitore per ogni articolo, ma un'unica coda, con un contenitore dedicato ad un codice. Di solito quando si rifornisce di parti la linea attraverso i contenitori, il cartellino kanban è attaccato direttamente di fronte. In altri casi non è così, se devo lanciare un ordine di produzione alla linea si consegnerà un cartellino cartaceo o digitale. Se il cartellino è attaccato al contenitore presenta il numero di parti presenti nel contenitore, se non è attaccato al contenitore è presente il numero di parti da produrre. Nel ciclo logistico Kanban i prodotti sono sempre disponibili al punto di utilizzo. Si ha un ciclo logistico continuo di rifornimento e il segnale che dà l'avvio al ciclo è il consumo al punto di utilizzo. In questo caso domanda e fornitura sono sincronizzate attraverso il sistema kanban.

Per il ciclo logistico Junjo il prodotto viene reso disponibile al punto di utilizzo in base ad un segnale di sequenza. Esiste un ciclo logistico di rifornimento, ed il segnale che dà l'avvio al ciclo è il segnale di sequenza; la domanda e la fornitura sono sincronizzate dal sistema Junjo.

Progettazione della linea Mizusumashi

Si può ora passare alla progettazione vera e propria della linea, seguendo i passaggi spiegati nel precedente capitolo.

Compiti da assegnare

I compiti da assegnare all'operatore della linea mizusumashi sono descritti in questo paragrafo. Per prima cosa l'autista del trenino deve caricare i contenitori con al loro interno i rivestimenti tagliati che l'operatore addetto al buffer della cucitura ha assegnato al reparto di cucitura interno. Inoltre, se sono presenti, deve anche caricare i crudi di un modello particolare, realizzati esternamente, da portare al reparto crudi interno per una ulteriore lavorazione.

Il secondo compito è quello di scaricare al reparto cucitura i rivestimenti tagliati da cucire internamente.

Successivamente l'operatore deve caricare sui vagoni i contenitori con la pelle e i tessuti cuciti, da portare al buffer della ricopertura per lo smistamento. Deve anche caricare tutto il tagliato realizzato dal reparto taglio, da portare al buffer della cucitura.

Al reparto crudi deve scaricare eventualmente i crudi modello Chester e caricare la gommapiuma necessaria per la finizione dei modelli tradizionali e i crudi prodotti internamente, da portare al buffer della ricopertura.

Finito il giro l'autista deve anche occuparsi di scaricare tutti i contenitori e i crudi che ha sul trenino nelle vicinanze del buffer ricopertura e cucitura.

Stima dei tempi

L'operatore andrebbe a caricare i contenitori sul vagone nei reparti di cucitura e taglio; quindi, possiamo stimare un tempo di circa 40 secondi, che varia in base al numero di contenitori che troverà al reparto. Stessa cosa per quanto riguarda lo scarico degli stessi, si può stimare un tempo pari a 40 secondi per reparto.

Per quanto riguarda i crudi, invece, dovrebbe utilizzare un transpallet, che potrebbe non trovarsi nelle immediate vicinanze; per questo motivo si può considerare in questo caso un tempo di 60 secondi, anche se l'operazione in sé dovrebbe essere più rapida.

Percorso da effettuare.

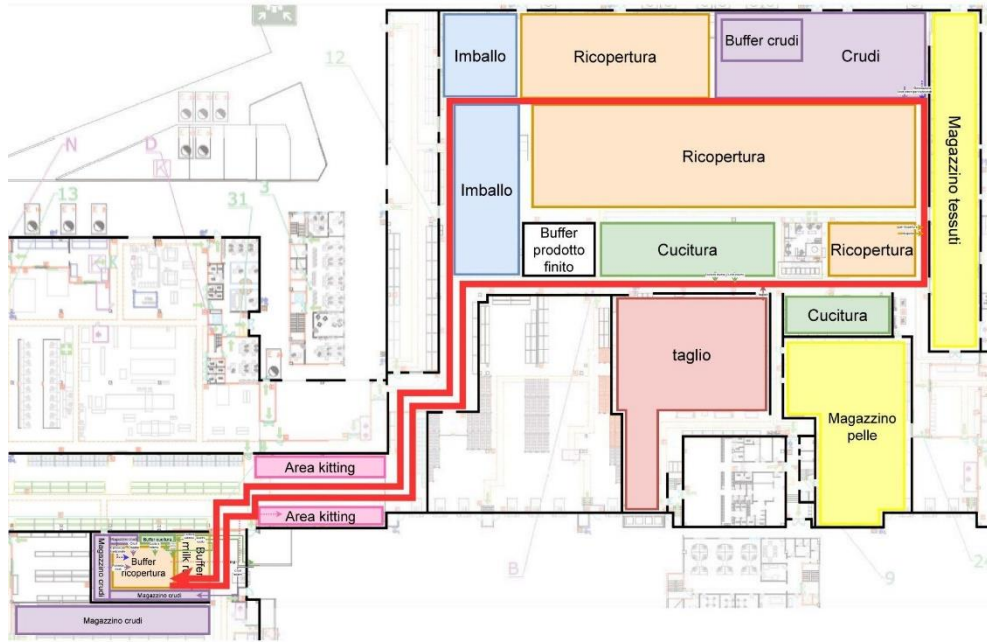


Figura 36: percorso previsto per il mizusumashi

Il percorso che dovrebbe effettuare il Mizusumashi è quello definito nell'ultima spaghetti chart, riportata nell'immagine sopra e identificato dalla linea rossa. Il trenino parte nelle vicinanze dell'area buffer, passa attraverso l'area di kitting e procede verso il reparto produttivo. Qui costeggia il reparto taglio e cucitura, fino ad arrivare al reparto crudi, per poi continuare fino a ritornare all'area kitting. Il percorso termina dove era iniziato, in modo da poter consegnare i semilavorati all'area buffer. Per effettuare tutto il percorso senza fermate e senza incontrare ostacoli, l'operatore impiega all'incirca 270 secondi.

Punti di fermata

Le fermate che dovrebbe effettuare l'operatore sono definite dalle "x" blu nell'immagine che segue.

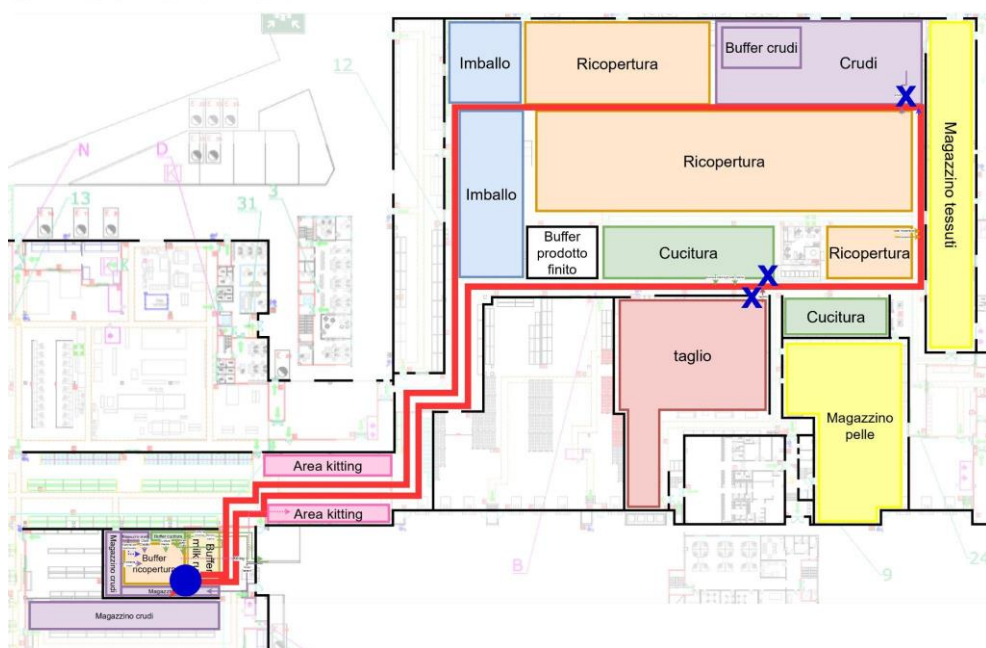


Figura 37: punti di fermata sul percorso

I punti di fermata sono in corrispondenza dell'area di stoccaggio dei rivestimenti tagliati e sistemati dal reparto taglio, dell'area di stoccaggio dei semilavorati cuciti nel reparto cucitura e nei pressi del magazzino interno al reparto crudi.

I punti di partenza e di arrivo sono coincidenti e si trovano nelle vicinanze dell'area di buffer cucitura e ricopertura.

Prototipo del treno

il treno Mizusumashi, a causa della possibilità di tagliare gli angoli durante le svolte a 90 gradi che dovrebbe effettuare dovrà avere una lunghezza limitata a 3 vagoni. Questo numero è stato definito internamente per evitare di danneggiare scaffalature, muri o oggetti e di urtare persone che possono trovarsi nei pressi del tragitto del Mizusumashi. I crudi all'interno dell'azienda vengono movimentati con degli Europallet standard, di dimensioni pari a 1200 mm x 800 mm. Anche i contenitori utilizzati per pelle e tessuti hanno questo formato, dato che per essere movimentati dai transpallet o dai carrelli

elevatori vengono impilati su degli Europallet. La scelta migliore per quanto riguarda le dimensioni dei vagoni del treno sarebbe quindi quella di utilizzare delle basi grandi, larghe 820 mm e lunghe 1220 mm, in modo da poter contenere un pallet di crudo o una pila di contenitori.



Figura 38: contenitori utilizzati in Poltrona Frau

Validazione della progettazione in base ai dati reali

Considerando quindi un treno della lunghezza di tre vagoni si va ora a valutare la frequenza del ciclo Mizusumashi in relazione ai volumi di pallet e contenitori registrati. Considerando quindi valori doppi rispetto a quanto osservato come valore medio della settimana analizzata, il numero di pallet movimentati si attesta a 108 ed il numero di contenitori a 540. Mediamente, ogni ora, dovranno quindi essere movimentati circa 3 pallet e 14 contenitori. Su di ogni vagone è possibile caricare o un pallet o una fila di contenitori, ed imponiamo come valore limite 5 contenitori.

Con queste limitazioni, volendo effettuare un giro ogni ora, sarebbero necessari 3 carrelli per i pallet e 3 carrelli per i 14 contenitori. Con questa lunghezza del treno non è possibile effettuare un viaggio all'ora, ma bisognerebbe farne uno ogni 30 minuti.

In alternativa si potrebbero continuare ad usare per i pallet i carrelli elevatori o i transpallet e dedicare il treno Mizusumashi esclusivamente ai contenitori.

Conclusioni

Grazie all'utilizzo del trenino mizusumashi in aggiunta allo spostamento dell'area di buffer della cucitura e della ricopertura nei pressi del magazzino di stoccaggio dei crudi è possibile ottenere i seguenti vantaggi.

Nella settimana considerata sono stati effettuati 180 viaggi in totale, con la soluzione proposta si andrebbero ad eliminare del tutto alcuni viaggi:

- quelli tra il magazzino crudi e il buffer della ricopertura,
- tra il buffer del milk run esterno ed il buffer della cucitura,
- tra il buffer milk run esterno ed il buffer ricopertura.

Questo, riportato nel periodo considerato, andrebbe a ridurre il numero dei viaggi di 59, una riduzione del 33%. D'altro canto si andrebbero ad allungare le distanze percorse dai rivestimenti che verrebbero cuciti internamente. Questi non passerebbero direttamente dal reparto cucitura al reparto buffer cucitura, che sono uno di fianco all'altro, ma dovrebbero fare un giro del mizusumashi, venire smistati e poi andare al reparto cucitura con il successivo giro. I viaggi che portano il cucito dal buffer cucitura al buffer ricopertura sono, nella settimana considerata, 68. Essendo la percentuale di prodotti cuciti internamente circa il 30% del totale, 20 di questi viaggi verrebbero raddoppiati, perché questi contenitori devono tornare pieni al reparto cucitura per la realizzazione di questa lavorazione.

Per quanto riguarda i crudi realizzati internamente, che sono all'incirca il 30% del totale, le distanze percorse rimangono invariate.

Per i crudi realizzati esternamente invece, si eliminano i viaggi andata e ritorno che al momento vengono fatti per portare alcuni crudi realizzati esternamente al buffer ricopertura.

Se invece non si va a spostare il reparto di buffer della cucitura, si risolve un problema di quest'ultima configurazione. In questo caso, infatti, non ci sarebbero più dei viaggi doppi sul trenino per il tagliato da cucire internamente. Si andrebbe anche a ridurre dell'11% (sul totale) i contenitori che con la precedente soluzione verrebbero portati dal reparto cucitura al buffer cucitura per lo smistamento. Così si movimentano solo il tagliato già smistato. In tal modo, però, nessuno dei due operatori del buffer può essere

sollevato dal suo incarico per essere riassegnato ad altre mansioni e aumentare quindi la produttività.

In definitiva, il layout più conveniente sarebbe quello descritto dalla *figura 25*, che lascia invariata la posizione del buffer della cucitura, spostando solo quello della ricopertura. L'area lasciata libera dal buffer della ricopertura verrebbe utilizzata per aumentare la produttività del reparto stesso, con la creazione di una ulteriore stazione di ricopertura. La frequenza ottimale con cui dovrebbe venire effettuato il ciclo Mizusumashi, basandosi sui dati ricavati dall'area produttiva si attesta sui due viaggi/ora.

Sitografia

<https://www.lucidchart.com/pages/it/bpmn>

https://it.wikipedia.org/wiki/Business_Process_Model_and_Notation

<https://www.bpmn.org/>

<https://www.poltronafrau.com/it/it.html>

https://it.wikipedia.org/wiki/Poltrona_Frau