

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO di

INGEGNERIA INDUSTRIALE (DIN)

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA GESTIONALE

TESI DI LAUREA

in

Logistica Industriale T-AB

**“L’importanza del packaging nel miglioramento delle performance della
logistica inbound”**

CANDIDATO

Aurora Stronati

RELATORE:

Prof. Alberto Regattieri

CORRELATORE

Ing. Francesca Calabrese

Anno Accademico 2021/2022

Sessione III

SOMMARIO

INDICE DELLE FIGURE	3
INDICE DELLE TABELLE.....	4
CAPITOLO 1. IL PACKAGING.....	7
1.1 Imballaggio primario	8
1.2 Imballaggio secondario.....	9
1.3 Imballaggio terziario	10
1.4 Il problema dello stoccaggio	11
1.5 Sustainable Packaging Logistics.....	12
CAPITOLO 2. IL RUOLO CHIAVE DEL CARICO UNITARIO	13
2.1 Attrezzature per carichi unitari e standardizzazione.....	13
2.2 Tasso di riempimento o fattore di carico.....	14
2.3 Decarbonizzazione dei trasporti.....	16
CAPITOLO 3. IL CASO STUDIO	17
3.1 Dati di partenza	17
3.2 Analisi dell'AS-IS	21
3.3 Analisi criticità e proposta di soluzione per scenario TO-BE.....	23
3.4 Sviluppo e risultati per lo scenario TO-BE.....	27
3.5 Collaborazione fornitore-cliente	31
CONCLUSIONI	32
BIBLIOGRAFIA	34

INDICE DELLE FIGURE

- Figura 1.1 Blister: 9
<http://multigel.it/prodotto/blister/>
- Figura 1.2 Flaconi cosmetici: 9
<https://www.infopackaging.it/prodotto/contenitori-cosmetici-farmaceutici-piccoliplast/>
- Figura 1.3 Espositori: 9
<https://www.sadaspa.it/prodotti/espositori/>
- Figura 1.4 Scatole di cartone: 9
<https://centerpack.it/prodotto/scatole-da-imballaggio-pronte/>
- Figura 1.5 Roll container in acciaio: 10
<https://www.denios.it/contenitore-mobile-in-acciaio-rete-metallica-su-5-lati-2-porte-800-x-1200-x-1820-mm-con-fermo-266082/266082>
- Figura 1.6 Fusti KEG: 10
<https://www.aebkegs.com/prodotti/>
- Figura 1.7 Pallet EPAL a due vie: 14
<https://www.maicapallet.com/en/product/epal-pallet/>
- Figura 3.1 Distribuzione richieste di trasporto 18
- Figura 3.2 Macro-classi per transport unit Bancale 19
- Figura 3.3 Frequenza per lunghezza bancali 20
- Figura 3.4 Frequenza per altezza bancali..... 20
- Figura 3.5 Frequenza per larghezza bancali..... 20
- Figura 3.6 Frequenza per peso bancali..... 20
- Figura 3.7 Percentuale di carichi unitari sovrapponibili in AS-IS 23
- Figura 3.8 Bancali sovrapposti con angolari ultrasistenti: 24
<https://www.antislip.it/soluzioni-ecologiche/angolari-resistenti/>
- Figura 3.9 Parte della tabella Pivot delle superfici 29

INDICE DELLE TABELLE

▪ Tabella 3.1 Caratteristiche mezzi di trasporto.....	21
▪ Tabella 3.2 Quantità di carichi standard trasportabili per ogni mezzo in AS-IS	22
▪ Tabella 3.3 Saturazione dei mezzi in AS-IS con dimensioni dei carichi standard	22
▪ Tabella 3.4 Quantità e percentuali delle transport unit movimentate in un anno	26
▪ Tabella 3.5 Quantità di carichi standard trasportabili per ogni mezzo in TO-BE	26
▪ Tabella 3.6 Saturazione dei mezzi in TO-BE con dimensioni dei carichi standard	27
▪ Tabella 3.7 Analisi della superficie recuperata su ogni tipologia di mezzo	30

INTRODUZIONE

La questione posta al centro delle pagine che seguono è l'importanza del packaging nella logistica inbound.

Con il termine logistica inbound si intende letteralmente “logistica in entrata” e ci si riferisce a tutto il flusso di approvvigionamento delle materie prime precedente al processo produttivo che porta poi alla creazione del prodotto per il consumatore finale. In generale la logistica si occupa di tutto il ciclo operativo di un'azienda, ma l'aspetto che si andrà ad evidenziare nei prossimi capitoli sarà quello della distribuzione fisica dei semi-lavorati che dovranno essere assemblati, nel quale ci si va ad occupare in particolare dell'imballaggio e della conseguente spedizione.

Il packaging è un elemento indispensabile per permettere la buona riuscita di una catena di fornitura ed è un aspetto a volte troppo sottovalutato, ma che dovrebbe essere spesso revisionato in quanto l'impatto strategico, l'ambiente tecnico, legislativo o sociale potrebbe e dovrebbe cambiare nel tempo e con esso dovrebbe andare di pari passo lo sviluppo dell'imballaggio. (Garcia-Arca et al., 2021)

La progettazione del packaging è elemento della disciplina Operations Management e deve essere integrata nel processo di progettazione del prodotto, tenendo conto delle esigenze logistiche, produttive, di marketing e ambientali. (Regattieri et al., 2019)

Con questo elaborato si vuole dimostrare come una buona scelta del packaging possa portare ad un aumento della saturazione superficiale e volumetrica del mezzo che può avere come conseguenza una riduzione di viaggi dal fornitore al produttore, che a sua volta può portare a dei benefici in termini economici e ambientali.

La ricerca parte dall'esigenza di ottimizzare il carico dei trasporti di una piccola-media azienda nel territorio emiliano che opera nel settore delle macchine automatiche.

L'obiettivo è infatti quello di trovare delle soluzioni di imballaggio terziario che siano sovrapponibili (aspetto ancora trascurato dall'azienda), così da aumentare la saturazione dei mezzi e conseguentemente ridurre il numero di viaggi. L'analisi partirà da un database contenente i dati di tutte le spedizioni effettuate dall'azienda in questione nell'arco temporale di un anno, con relativi mezzi di trasporto, destinazioni e informazioni dimensionali riguardanti le unità di trasporto. Non avendo a disposizione dati di costo precisi, tutto ciò sarà posto entro dei limiti nei quali si ipotizza che una riduzione di veicoli e di viaggi possa portare ad un vantaggio in termini economici.

Inoltre, l'analisi sarà condotta tenendo in considerazione il fatto che l'azienda in questione ha già iniziato ad adottare una logica Milk-Run per il routing dei mezzi, ovvero una logica Just In

Time nella quale vengono definiti i percorsi e il transito dei mezzi per la consegna e il ritiro del materiale. Infatti, il Milk-Run, che significa letteralmente “corsa del latte”, si ispira proprio alle modalità di trasporto adottate in passato dai lattai che effettuavano le consegne casa per casa distribuendo bottiglie piene e ritirando quelle ormai vuote¹.

In particolare, nel primo capitolo si spiegherà cosa si intende per packaging in generale e quali sono le sue funzioni principali distinguendo per tipologia di imballaggio. Inoltre, si analizzerà il problema dello stoccaggio e le azioni possibili per una buona organizzazione, con un focus finale sul tema della sostenibilità legato alla scelta dell’imballaggio e al suo utilizzo.

Nel secondo capitolo si affronterà più nel dettaglio il ruolo chiave dell’imballaggio terziario come unità di carico: in particolare si presenteranno le diverse attrezzature utilizzabili e si analizzerà l’importanza del calcolo del fattore di carico per i suoi risvolti economici e ambientali.

Nel terzo capitolo si mostrerà il caso studio dell’azienda sopra citata andando a ricercare delle soluzioni per sovrapporre i carichi unitari, così da aumentare la saturazione dei mezzi e ridurre il numero. Tutto ciò sarà posto sotto diverse ipotesi in quanto molte scelte devono essere fatte su una base economica della quale non si dispone e tenendo in considerazione la disponibilità dell’azienda a determinati cambiamenti. Infine, si mostrerà come è possibile implementare la logica di Milk-Run già adottata dall’impresa grazie a una collaborazione tra cliente e fornitore, allo scopo di ridurre le attrezzature necessarie per soddisfare tutti i carichi.

¹ <https://www.opta.it/logistica-aziendale/logistica-distributiva/milk-run-logistica>

CAPITOLO 1. IL PACKAGING

Nell'industria moderna la scelta del packaging (anche detto imballo) è una variabile fondamentale per incrementare le prestazioni della supply chain, creando un fattore competitivo per le aziende.

I primi imballaggi risalgono alla preistoria, dove i materiali utilizzati erano quelli disponibili in natura, come pelli di animali, legno e vegetali. Già nel 5000 a. C. iniziò ad essere commercializzato il vetro, che fu una grande rivoluzione per il trasporto di beni, soprattutto liquidi. Nel periodo del Medioevo poi furono introdotte le botti come mezzo per conservare beni data la loro facilità di trasporto. La vera svolta avvenne però con la rivoluzione industriale in Europa, quando i nuovi metodi di lavoro e il cambiamento della società richiesero materiali sempre più innovativi, come ad esempio il barattolo di latta; proprio in questo periodo, infatti i metalli divennero nuovi materiali di imballaggio. L'ultima importante evoluzione infine coincide, come molte innovazioni, con necessità di tipo militare; proprio in queste occasioni infatti entrarono a far parte della possibile gamma degli imballi anche la scatola di cartone e, più recentemente, le plastiche, a partire dal cellofan. (Regattieri et al., 2019).

Il packaging ricopre diversi ruoli, come quelli di protezione del prodotto, di promozione della capacità di differenziazione del prodotto e di ricerca di una riduzione dei costi nella logistica (Garcia-Arca et al., 2021).

In primo luogo, il ruolo di protezione del prodotto riguarda il fatto che un imballaggio svolge prima di tutto la funzione di contenimento; quello di contenimento è un concetto molto elementare, ma indispensabile per consentire lo spostamento o lo stoccaggio. Inoltre, ciò permette di evitare danni fisici come urti e vibrazioni e, per certe categorie di prodotti, permette anche di evitare danni ambientali dovuti all'esposizione ad acqua, luce, gas, odori, microrganismi, ecc. (Clark, 2014).

In secondo luogo, il ruolo di differenziazione del prodotto nasce dal fatto che l'imballaggio è ormai considerato un vero e proprio strumento di marketing per comunicare agli stakeholder e ai consumatori tutte le informazioni necessarie relative al prodotto e all'imballaggio; tutto ciò permette la promozione delle vendite, l'attenzione al cliente e la comunicazione del marchio (Regattieri et al., 2019)

In terzo luogo, il ruolo di riduzione dei costi nella logistica acquisisce notevole importanza in quanto la scelta del packaging influenza molto i costi, sia per il costo di acquisto dei principali materiali di imballaggio, sia per i costi di stoccaggio e trasporto lungo tutta la filiera, ma

anche per i costi ambientali di gestione dei rifiuti generati dall'imballaggio o causati dal mancato utilizzo del volume di trasporto. (Garcia-Arca et al., 2021)

Tutti questi driver (protezione del prodotto, differenziazione e riduzione dei costi nella logistica) presuppongono una visione di insieme che richiede dei compromessi tra una buona qualità dei materiali utilizzati, il design dell'imballaggio e tutti i costi che ne derivano.

A seconda dell'uso a cui sono destinati, gli imballaggi si possono dividere in imballaggi per il consumatore e imballaggi industriali. (Clark, 2014)

- Imballaggio al consumo: quello che viene consegnato nel negozio al dettaglio al consumatore finale.
- Imballaggio industriale: destinato all'immagazzinamento e alla distribuzione al dettaglio.

Questa distinzione è molto netta a differenza della distinzione che si può fare considerando l'imballaggio su tre livelli distinti: imballaggio primario, imballaggio secondario e imballaggio terziario. Questa distinzione permette di partire da un packaging per il singolo prodotto, fino ad arrivare al raggruppamento di tanti prodotti uguali o diversi a formare l'unità di carico utile al trasporto.

1.1 Imballaggio primario

Per imballaggio primario si intende il contenitore, che può essere delle più disparate forme e colori a seconda della funzionalità, direttamente a contatto con il prodotto, fornendogli la prima protezione. Inoltre, per i prodotti soprattutto alimentari, questo livello di imballaggio deve soddisfare i requisiti legislativi e normativi relativi al contenitore, alla chiusura e all'etichetta. (Abdelrazik & Mitchell, 2021)

Essendo l'imballaggio primario l'unità di vendita al dettaglio, sarà anche il livello al quale si porrà una maggiore attenzione alla funzione di marketing; dato che presumibilmente sarà affiancato nell'esposizione in negozio da molti prodotti simili della concorrenza, l'imballo avrà un ruolo chiave nell'attrattività per il consumatore.

Degli esempi di imballaggi primari con i quali veniamo a contatto quotidianamente possono essere lattine, flaconi, blister, sacchetti, ecc.



Figura 1.1² Blister



Figura 1.2³ Flaconi cosmetici

1.2 Imballaggio secondario

Lo scopo dell'imballaggio secondario è quello di raggruppare più imballaggi primari (dello stesso tipo o diversi) in un'unica unità. La caratteristica di questo livello è quella di proteggere e facilitare la manipolazione in magazzino, durante il trasporto e/o nella vendita al dettaglio. Per i costi di movimentazione è fondamentale la scelta del tipo, delle dimensioni e del numero di prodotti primari trasportati da questo particolare imballo. (Ahmad et al., 2022) Inoltre, è molto importante che questo livello sia funzionale per facilitare i rifornimenti di scaffali nei punti vendita, anche se spesso può anche essere l'unità acquistabile (si pensi ad esempio alle casse di bevande o alle stecche di sigarette); altre volte invece possono fungere da veri e propri espositori nei negozi al dettaglio.

Degli esempi di imballaggio di secondo livello possono essere le scatole di cartone, le cassette, i multipack, ecc.



Figura 1.3⁴ Espositori



Figura 1.4⁵ Scatole di cartone

² Figura tratta da: <http://multigel.it/prodotto/blister/>

³ Figura tratta da: <https://www.infopackaging.it/prodotto/contenitori-cosmetici-farmaceutici-piccoliplast/>

⁴ Figura tratta da: <https://www.sadaspa.it/prodotti/espositori/>

⁵ Figura tratta da: <https://centerpack.it/prodotto/scatole-da-imballaggio-pronte/>

1.3 Imballaggio terziario

L'imballaggio terziario va a raggruppare più imballaggi secondari dello stesso tipo o diversi, così da creare un'unità di facile movimentazione, stoccaggio e trasporto avente un volume maggiore di prodotti. Proprio per tali ragioni, questo livello di imballaggio viene anche detto imballaggio "da trasporto" o "da distribuzione". (Ahmad et al., 2022) Alle volte, data la sottile linea che differenzia i primi due livelli di imballaggio, il terziario può anche essere formato da un raggruppamento di imballaggi primari.

Stabilito il ruolo fondamentale di trasporto e stoccaggio, nell'imballaggio terziario deve esserci una certa attenzione alla scelta del materiale nell'ottica della protezione da urti e vibrazioni, per evitare che a livello primario ci siano danni lungo la filiera.

Degli esempi di imballaggi terziari molto utilizzati sono casse, gabbie, fusti, barili e pallet, ognuno con diverse varianti di dimensioni, capacità e materiali che possono adattarsi meglio alle esigenze di ogni fornitore/produttore.

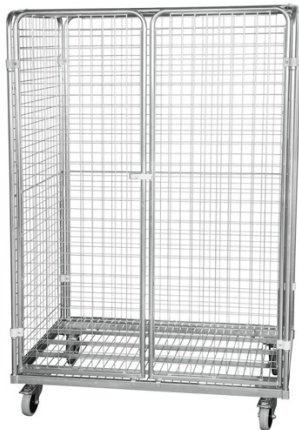


Figura 1.5⁶ Roll container in acciaio



Figura 1.6⁷ Fusti KEG

⁶ Figura tratta da: <https://www.denios.it/contenitore-mobile-in-acciaio-rete-metallica-su-5-lati-2-porte-800-x-1200-x-1820-mm-con-fermo-266082/266082>

⁷ Figura tratta da: <https://www.aebkegs.com/prodotti/>

1.4 Il problema dello stoccaggio

Per abbattere i costi della logistica e anche per una questione di ordine, è indispensabile tenere conto dello stoccaggio per tutti i livelli di imballaggio.

Sicuramente un metodo efficace per ridurre le scorte in magazzino di imballaggi primari e secondari è quello di adottare una logica just-in-time, ovvero una logica pull che prevede delle scorte minime con un rifornimento dettato dalle richieste delle linee produttive. (Abdelrazik & Mitchell, 2021)

Un altro aspetto interessante, soprattutto per l'attenzione al tema della riduzione di rifiuti da imballaggi, è quello della logistica inversa, termine utilizzato per descrivere i flussi di ritorno dei materiali di imballaggio e spedizione dal rivenditore al produttore. (Regattieri et al., 2019)

In questo modo la logistica inversa può garantire delle scorte minime di imballaggi, facendo però attenzione all'ottimizzazione del trasporto. Inoltre, in un'ottica di questo tipo e in settori che prevedono dei rifornimenti di materiali con alte frequenze non molto variabili, il ritorno dell'imballo può fungere da kanban ed andare ad alimentare un sistema di tipo milk-run.

Un altro aspetto fondamentale per un buon sistema di stoccaggio è sicuramente la tracciabilità degli imballaggi, che prevede poi una identificazione di tutti gli enti che vengono a contatto con il prodotto fino ad arrivare al consumatore.

Ad oggi la maggior parte dei magazzini e dei centri di distribuzione tiene traccia e gestisce il proprio inventario utilizzando il UCP (Codice Universale di Prodotto) (Clark, 2014), o il classico codice a barre, ma i nuovi investimenti in tecnologie di confezionamento intelligenti, stanno portando sempre più verso l'utilizzo del codice QR o dell'etichettatura RFID.

(Abdelrazik & Mitchell, 2021)

In particolare, l'etichetta RFID sembra promettere in termini di rivoluzione della catena di approvvigionamento in quanto riesce ad identificare, categorizzare e gestire il prodotto e il flusso di informazioni lungo tutta la filiera riuscendo a leggere anche 50 etichette al secondo e il tutto senza alcun intervento umano. (Clark, 2014)

I limiti che però rallentano l'adozione di sistemi RFID sono legati agli elevati costi che ad oggi presentano, oltre al fatto che, essendo un sistema che funziona ad onde radio, possono presentarsi interferenze dovute a metalli e all'acqua, per le quali comunque basta scegliere con cura l'orientamento del tag nelle confezioni. (Regattieri et al., 2019)

1.5 Sustainable Packaging Logistics

Con il termine Logistica dell'Imballaggio Sostenibile (SPL) si intende “il processo di progettazione, implementazione e controllo dei sistemi integrati di imballaggio, prodotto e catena di fornitura al fine di preparare le merci per una movimentazione, un trasporto, una distribuzione, uno stoccaggio, una vendita al dettaglio, un consumo, un recupero, un riutilizzo o uno smaltimento sicuri, efficienti ed efficaci, e le relative informazioni, con l'obiettivo di massimizzare il valore sociale e del consumatore, le vendite e i profitti da una prospettiva sostenibile e su una base di adattamento continuo”. (Garcia-Arca et al., 2021)

Nell'industria moderna la sostenibilità di tutta la supply chain è ormai un fattore chiave per essere competitivi e avere una buona immagine. Una forte attenzione viene posta proprio al livello del packaging, con la ricerca di materiali sempre più innovativi ed ecosostenibili ed evitando gli sprechi lungo tutta la filiera.

Sicuramente, essendo le plastiche e la carta i materiali ad oggi maggiormente usati per gli imballaggi, un ruolo importante per far fronte ai problemi legati allo smaltimento dei rifiuti è il riciclaggio, ovvero la sottrazione di materiali dal flusso di rifiuti solidi per riutilizzarli, dopo diverse lavorazioni, come materie prime per fabbricare nuovi prodotti. In uno studio del 2010 il tasso di riciclaggio di materiali di imballaggio negli Stati Uniti era pari al 40%, percentuale molto inferiore a quella europea che invece era del 59%. (Clark, 2014)

Un altro aspetto sul quale porre l'attenzione è sicuramente quello della già citata logistica inversa, che permette il riutilizzo dell'imballaggio per una funzione simile o diversa. (Regattieri et al., 2019)

Altro fattore da esaminare è quello delle emissioni di CO₂ non solo durante il processo produttivo, ma anche causate dal trasporto delle merci lungo la filiera; di conseguenza la scelta del mezzo di trasporto oltre che il tasso di riempimento dei mezzi per ridurre il numero, diventa di fondamentale importanza. Questo aspetto sarà approfondito nel secondo capitolo per l'importante riduzione dei costi al quale può portare oltre che per il tema della decarbonizzazione.

CAPITOLO 2. IL RUOLO CHIAVE DEL CARICO UNITARIO

Come già accennato nel primo capitolo, l'imballaggio di terzo livello è fondamentale per un trasporto sicuro ed efficace di una più o meno vasta molteplicità di prodotti, oltre che per una movimentazione e uno stoccaggio snelli nei vari punti della filiera.

Per quanto riguarda il trasporto, che sia su strada, su rotaie, via mare o via aerea, è importante tenere in considerazione le caratteristiche qualitative e quantitative del cosiddetto carico unitario (unit load).

Essendo la distinzione tra livelli di imballaggio poco netta, per carico unitario si può intendere a seconda dei casi, il singolo imballaggio terziario o un gruppo di imballaggi terziari assemblati in un'unica unità. (Clark, 2014) In particolare in questo elaborato andremo a considerare il carico unitario coincidente con il singolo imballaggio terziario.

2.1 Attrezzature per carichi unitari e standardizzazione

Le attrezzature utili alla formazione di un carico unitario maggiormente utilizzate nell'industria moderna sono pallet, gabbie di metallo, casse, bidoni, ecc.

In particolare, le gabbie di metallo sono molto funzionali per ridurre i rifiuti e i costi dei materiali di imballaggio; ciò è possibile grazie al fatto che una gabbia di metallo può essere riusata fino a circa 35 anni, con un buon utilizzo del volume, soprattutto se questo volume viene sfruttato anche nei viaggi di ritorno. Uno svantaggio però legato all'utilizzo di questa attrezzatura è sicuramente l'aumento di peso dell'imballaggio che può creare degli ostacoli nel tasso di riempimento di mezzi con limiti di peso non molto elevati, oltre all'aver un impatto maggiore sul consumo di carburante durante la spedizione. (Ahmad et al., 2022)

Comunque, l'attrezzatura maggiormente in uso per creare carichi unitari è sicuramente il pallet. I pallet sono delle piattaforme molto utili al trasporto e allo stoccaggio in quanto facilmente manovrabili con transpallet e carrelli elevatori. Esistono di diversi materiali, come il legno, la plastica o il metallo, ma i più comuni sono sicuramente in legno.

Per facilitare la diffusione dei pallet lungo la catena di fornitura, in Europa è sempre più centrale il tema della standardizzazione; ciò prevede l'adozione di due diversi standard di misura dei pallet: 1000 x 1200 e 800 x 1200 (EUR-EPAL). (Regattieri et al., 2019)

Inoltre, proprio il tema della forte ricerca della standardizzazione potrebbe essere una possibile spiegazione del perché non si ponga una particolare attenzione e uno studio più accurato sulla ricerca e la scelta di imballaggi del livello terziario. (Ahmad et al., 2022)

Questa spinta sempre più crescente verso la standardizzazione delle attrezzature per i carichi unitari è di grande attualità in quanto consente di adeguare i costi di acquisto grazie alle economie di scala (Garcia-Arca et al., 2021) e permette una maggiore coordinazione tra tutti gli attori di una catena di fornitura, grazie alla conseguente possibilità di adattamento degli spazi di stoccaggio oltre che all'adozione di mezzi di trasporto interni standard quali i transpallet e i carrelli elevatori.



Figura 1.7⁸ Pallet EPAL a due vie

2.2 Tasso di riempimento o fattore di carico

Un aspetto molto importante nella moderna logistica inbound che si vuole esaminare con questo elaborato è quella del tasso di riempimento degli imballaggi e più in particolare quello dell'imballaggio terziario nei mezzi di trasporto.

Infatti, nella logistica inbound, data la forte spinta verso il commercio elettronico, sta acquisendo molta importanza una buona flessibilità dei trasporti, sia a livello di diversificazione dei materiali trasportati, sia a livello di velocità e cadenza di rifornimento.

Il tasso di riempimento o fattore di carico è definito come il rapporto tra il carico effettivo trasportato e il carico massimo possibile per un particolare veicolo. Le unità di misura utilizzabili sono diverse: il peso, le tonnellate-chilometro, il volume, ecc.

⁸ Figura tratta da: <https://www.maicapallet.com/en/product/epal-pallet/>

Poiché una misura basata esclusivamente sul peso può sottovalutare il fattore di carico effettivo, soprattutto per merci a bassissima densità, si preferisce solitamente calcolare il tasso di riempimento secondo il volume trasportato. (Ahmad et al., 2022) Ciò che costituisce un fattore di carico del 100% sarà diverso a seconda della dimensione utilizzata per la misurazione. A tale scopo, il modo migliore per avere una misura accurata del tasso di riempimento sembrerebbe quello di utilizzare diverse dimensioni, come ad esempio una combinazione di peso e volume. (Santén & Rogerson, 2018)

Per ottenere un fattore di carico che sia il più veritiero possibile, inoltre, il calcolo del volume non dovrebbe essere solo al livello del mezzo di trasporto, ma dovrebbe andare a considerare anche lo sfruttamento del volume di ogni livello di imballaggio (del primo livello nel secondo e del secondo nel terzo). Se questa analisi su più livelli non venisse effettuata, potrei avere un fattore di carico del mezzo pari al 100%, ma magari con delle scatole vuote.

Nella letteratura moderna non sono ancora stati sviluppati dei veri e propri metodi standardizzati per il calcolo del tasso di riempimento, in quanto prevalgono metodi di studio dei casi; ciò evidenzia il fatto che gli interventi sugli imballaggi non sono ancora una priorità per le aziende, ma subentrano solo a fronte di un problema.

Il fattore di carico diventa di rilevante importanza soprattutto nel momento in cui uno spedizioniere acquista servizi di trasporto da un fornitore di tali servizi, così da evitare di acquistare più spazio di quello richiesto e accertarsi che il suddetto spazio venga utilizzato al meglio (Santén & Rogerson, 2018).

Una sfida che si affronta solitamente al fine di ottenere una buona stima del fattore di carico è particolarmente legata alla raccolta dei dati necessari alla misurazione; spesso, infatti, nelle aziende non c'è una particolare cura nella gestione dei dati relativi a peso e dimensione, che appunto risultano frequentemente errati, incongruenti o incompleti (come l'inclusione o meno nelle misure dell'attrezzatura di carico unitario). Risulta quindi indispensabile una maggiore trasparenza sui dati utilizzati per una buona interpretazione. (Santén & Rogerson, 2018)

Un modo per stimare il fattore di carico, una volta scelta la o le dimensioni e ricavati e dati necessari, si deve scegliere un periodo di tempo per la misurazione, che può essere ad esempio per ogni partenza, per ogni giorno, per ogni settimana, ecc. Dopodiché, i metodi per calcolare la capacità richiesta possono essere di due diversi tipi a seconda dei dati che si ha a disposizione: (Santén & Rogerson, 2018)

- I. Riassumendo il peso o il volume di tutti i singoli articoli
- II. Misurando il peso e il volume degli articoli dopo che sono stati combinati nelle unità di carico

Ovviamente, nel combinare i singoli articoli nell'unità di carico si dovrà tenere conto delle loro dimensioni, del peso, ma soprattutto della coerenza del carico nel mezzo: posso unire più articoli diversi tra loro a formare un'unità di carico con l'accortezza che ogni elemento dell'unità sia per lo stesso cliente, così da facilitare le attività di carico e scarico e accorciarne i tempi.

2.3 Decarbonizzazione dei trasporti

Il miglioramento del tasso di riempimento dei mezzi permette di ridurre i viaggi necessari per il trasporto di merci; questo diventa un fattore fondamentale in termini ambientali in quanto una riduzione di viaggi comporta una decarbonizzazione delle operazioni di trasporto di un'azienda. (Ahmad et al., 2022)

Molte entità politiche hanno riconosciuto nell'aumento del fattore di carico, con la conseguente diminuzione dei viaggi per il trasporto, un ruolo strategico per raggiungere gli obiettivi di riduzione dei gas serra. In particolare, l'Unione Europea ha come obiettivo una riduzione del 60% dei gas serra entro il 2050 e la decarbonizzazione dei trasporti, anche grazie all'aumento del tasso di riempimento dei mezzi, può essere un grande passo (Santén & Rogerson, 2018).

Un altro aspetto importante per quanto riguarda la sostenibilità dei trasporti nella logistica, e più nello specifico il loro impatto sull'inquinamento atmosferico, è sicuramente la scelta del mezzo: per quanto riguarda una logistica inbound che, per la maggior parte dei materiali, prevede solo dei trasporti via terra, la soluzione ottimale sarebbe sicuramente quella di prendere in considerazione, qualora possibile, un trasporto su rotaia piuttosto che su gomma o comunque intermodale, così da abbattere le emissioni.

In ogni caso le modifiche da apportare ai sistemi logistici di trasporto per raggiungere gli obiettivi ambientali sono molte, ma l'attenzione al fattore di carico può essere un buon inizio per non stravolgere completamente le attività di trasporto e anche per un beneficio in termini di ritorno economico.

CAPITOLO 3. IL CASO STUDIO

In questo capitolo sarà illustrata l'analisi della logistica inbound di una piccola-media azienda del territorio emiliano che opera nel settore delle macchine automatiche.

Più nel dettaglio si cercherà di ottimizzare il fattore di carico dei mezzi per il trasporto e quindi di ridurre i viaggi necessari per soddisfare i clienti.

I dati di partenza sono presentati su un file Excel e riguardano tutti gli ordini e i relativi trasporti effettuati dall'azienda nell'arco temporale di un anno. Vengono riportati in particolare i mezzi utilizzati, le dimensioni di ogni carico unitario e la possibilità o meno di sovrapporli, i codici identificativi per i clienti che effettuano gli ordini e i percorsi effettuati dai mezzi.

Dei vincoli fondamentali dei quali tenere conto riguardano proprio i mezzi di trasporto: questa azienda non ha dei veicoli di proprietà, bensì li noleggia, e ciò significa che non si possono effettuare modifiche ai mezzi (ad esempio inserire delle scaffalature) per poter risolvere il problema della sovrapposibilità. Inoltre, il fatto che ogni mezzo utilizzato comporti un costo di noleggio per l'azienda, è un fattore che porta ancora di più a voler ottimizzare il carico e ridurre il numero di veicoli necessari.

3.1 Dati di partenza

Come già detto, i dati iniziali sono presentati su un file Excel nel quale ogni riga corrisponde ad un ordine; le informazioni disponibili per ognuno di essi sono molteplici, ma quelle di interesse sono:

- Il codice identificativo dell'ordine
- L'attrezzatura utilizzata per il trasporto
- La quantità di carichi unitari per ogni ordine
- I pesi unitari e totali
- Le dimensioni delle transport unit (lunghezza, larghezza, altezza)
- Il volume totale
- La possibilità di sovrapporre i carichi unitari tra loro
- Il mezzo utilizzato
- La capacità in peso e volume del mezzo
- Un elenco di from-to per individuare il percorso effettuato durante il trasporto

Quindi, per iniziare, è stato creato un nuovo foglio in Excel con i soli dati utili all'analisi, per poi applicare dei filtri ed eliminare gli ordini che, per problemi di trascrizione o altro, risultavano incompleti o incongruenti (ad esempio carichi unitari con dimensioni nulle). Dopodiché, grazie ai filtri applicati, sono state identificate le differenti attrezzature usate dall'azienda per formare i carichi unitari, che sono le seguenti:

- Bancale
- Bancale piccolo
- Bancale fuori sagoma
- Collo-Scatola
- Scatola grande
- Cassa
- Cassone
- Busta (non verrà presa in considerazione in quanto si tratta di documentazione cartacea il cui ingombro nel mezzo è trascurabile)

A queste si aggiunge un'altra voce, ovvero transport unit da definire, per la quale, a seconda delle dimensioni, si può dedurre quale attrezzatura sia la più congrua. Nel grafico in Figura 3.1 è riportata la distribuzione delle quantità di diverse transport unit movimentate in un anno.

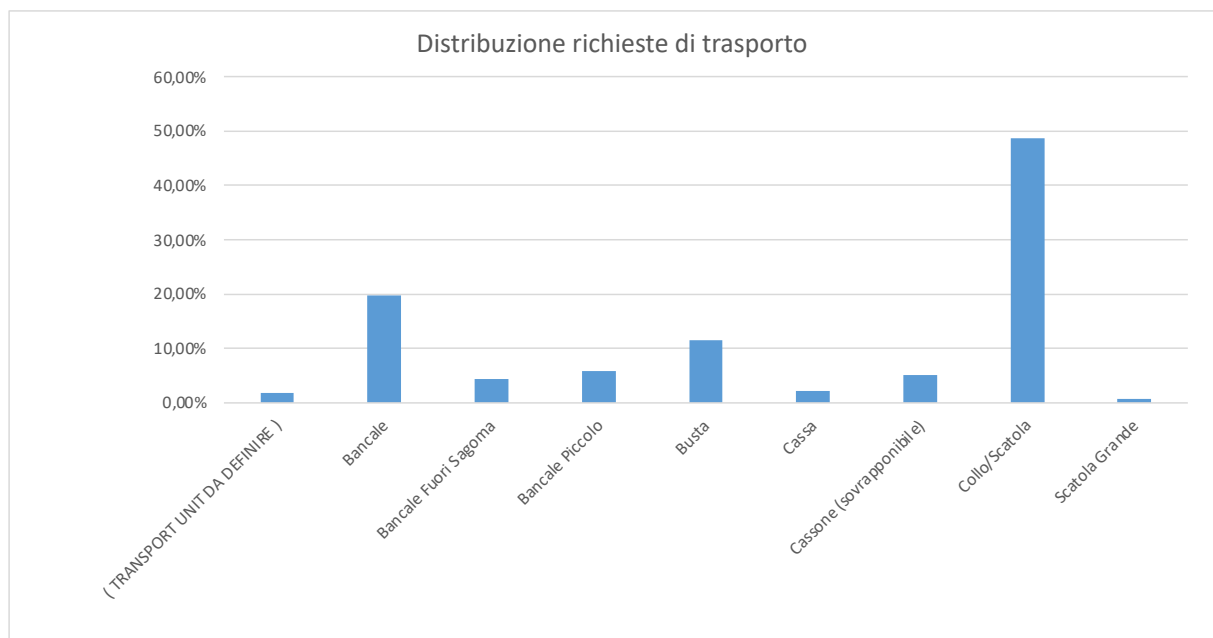


Figura 3.1 Distribuzione richieste di trasporto

Da qui in poi ha inizio l'analisi di ogni carico unitario separatamente, con lo scopo di trovare le dimensioni più ricorrenti nel corso di un anno così da poterci lavorare.

La scelta di operare principalmente con le misure di uso maggiore è stata dettata dal fatto che, in un range di tempo così ampio come quello di un anno, l'analisi di ogni ordine nel dettaglio diventa difficoltosa.

A tale scopo, è stato creato un foglio sul file Excel per ogni imballaggio diverso andando a identificare il numero di ordini con tale attrezzatura, quante fra queste non fossero sovrapponibili e i range tra i quali si trovano le dimensioni (massimi e minimi).

A questo punto, partendo proprio dalle dimensioni massime e minime di ogni imballaggio, sono state create prima delle classi più ampie e poi delle classi più ristrette per trovare appunto le dimensioni (sia in volume che in peso) maggiormente usate nell'arco dell'anno.

In Figura 3.1 vengono riportate come esempio le macro-classi create per le transport unit formate con bancali, dove vengono evidenziate le misure più ricorrenti per volume, lunghezza, larghezza, altezza e peso. In particolare, nell'arco temporale di un anno, gli ordini che prevedono tale carico unitario sono 7932.

CLASSI X VOL	Classi x Lunghezza	Frequenza	Classi x Larghezza	Frequenza	Classi x Altezza	Frequenza	Classi x peso	Frequenza
0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	100	909	2500	7931	50	2232	500	7466
500	200	6779	5000	0	100	5315	1000	319
750	300	177	7500	0	150	228	1500	60
1000	400	50	10000	0	200	93	2000	32
1250	500	7	12500	0	250	54	2500	25
1500	600	1	15000	0	300	7	3000	14
1750	700	0	17500	0	350	0	3500	5
2000	800	5	20000	0	400	0	4000	7
2250	900	0	22500	0	450	0	4500	0
2500	1000	0	25000	0	500	0	5000	1
2750	1100	0	27500	0	550	0	5500	0
3000	1200	0	30000	0	600	0	6000	0
3250	1300	0	32500	0	650	0	6500	1
3500	1400	0	35000	0	700	0	7000	0
3750	1500	1	37500	0	750	0	7500	1
4000	1600	1	40000	0	800	0	8000	0
4250	1700	0	42500	0	850	0	8500	0
4500	1800	0	45000	0	900	0	9000	0
4750	1900	0	47500	0	950	0	9500	1
5000	2000	0	50000	0	1000	1		0
5250	2100	0	52500	0	1050	0		
5500	2200	0	55000	0	1100	0		
5750	2300	1	57500	0	1150	0		
6000	2400	0	60000	0	1200	0		
6250	2500	0	62500	0	1250	0		
6500	2600	1	65000	0	1300	0		
6750	2700	0	67500	0	1350	0		
7000		0	70000	0	1400	0		
7250		0	72500	0	1450	0		
7500		0	75000	0	1500	0		
7750		0	77500	0	1550	0		
8000		0	80000	0	1600	0		
8250		0	82500	1	1650	0		
8500		1		0	1700	0		
		0			1750	1		
					1800	0		
					1850	0		
					1900	0		
					1950	0		
					2000	0		
					2050	0		
					2100	1		
					2150	0		
						0		

Figura 3.2 Macro-classi per transport unit Bancale

Per ottenere delle dimensioni dei carichi unitari più precise, come già detto, sono state fatte delle classi più ristrette per le quali vengono riportate di seguito nelle Figure 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6 le frequenze.

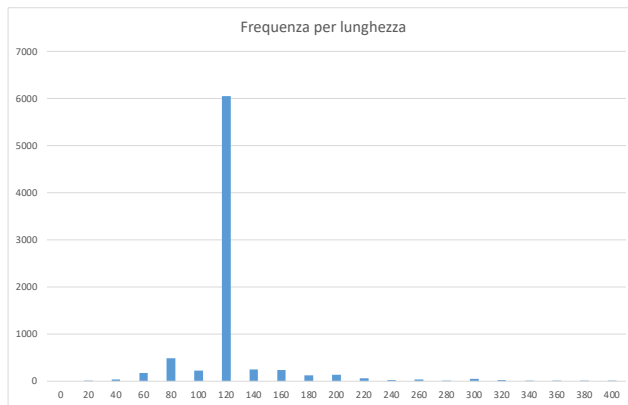


Figura 3.3 Frequenza per lunghezza bancali

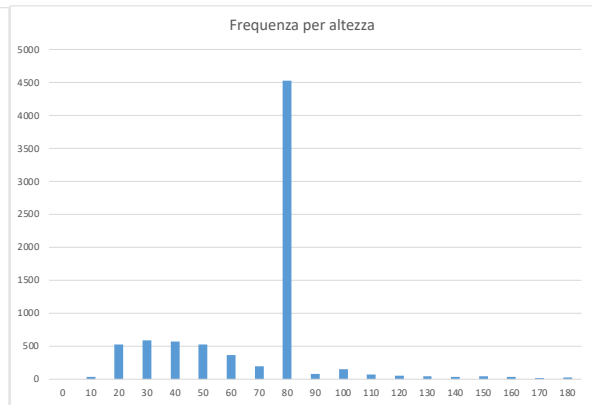


Figura 3.4 Frequenza per altezza bancali

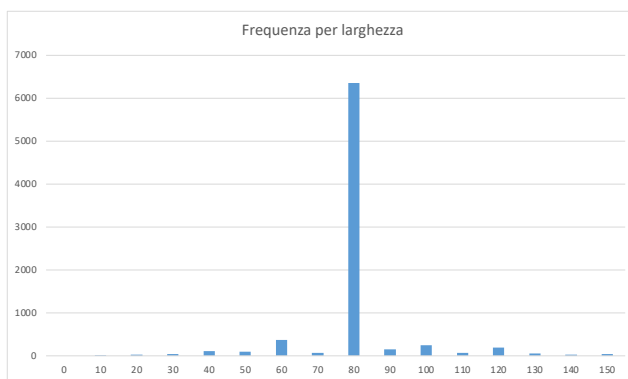


Figura 3.5 Frequenza per larghezza bancali

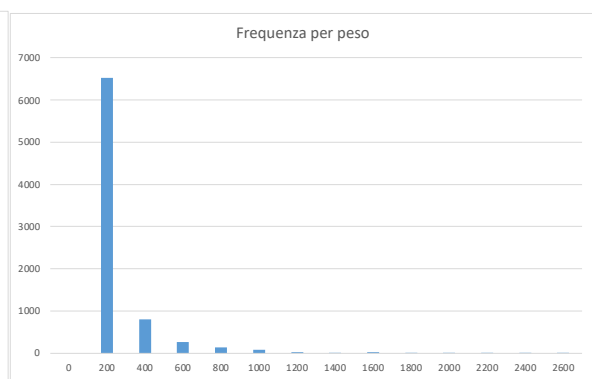


Figura 3.6 Frequenza per peso bancali

Come dimostrano i grafici sopra riportati, la misura di bancali più ricorrente è proprio quella standard, ovvero 1200 x 800 mm, con un'altezza di circa 800 mm e un peso intorno ai 200 kg.

Con lo stesso procedimento sono state trovate delle misure che si ripetono molto frequentemente per tutte le diverse transport unit che sono le seguenti:

- Bancale piccolo: 800 x 600 x 600 mm
- Bancale fuori sagoma: 2000 x 800 x 600 mm
- Collo-Scatola: 1000 x 500 x 300 mm
- Scatola grande: 1200 x 1000 x 500 mm
- Cassa: 1000 x 1500 x 800
- Cassone: 1200 x 800 x 800

A questo punto, è stato necessario andare a capire dove e come si potesse intervenire analizzando prima di tutto la saturazione dei mezzi di trasporto nella situazione attuale (AS-IS).

3.2 Analisi dell'AS-IS

All'inizio di tale analisi è importante sottolineare il fatto che, nel calcolare la saturazione dei mezzi, la percentuale massima che è stata considerata supera il 100% in quanto non si è tenuto conto della diversificazione delle attività tra pickup e delivery.

Come primo passo è stato necessario andare a identificare la tipologia di trasporto utilizzato dall'azienda, che risulta essere svolto tutto su gomma e, come già annunciato, con veicoli che non sono di proprietà dell'azienda stessa.

Le tipologie di vettori utilizzati sono 6, ognuno con capacità in volume e in peso differenti, già assegnati agli ordini a seconda delle necessità di spazio del routing che devono effettuare; i mezzi sono i seguenti:

- Motrice da 16 m³ con capacità massima in peso di 800 kg
- Navetta da 20 m³ con capacità massima in peso di 3000 kg
- Navetta da 30 m³ con capacità massima in peso di 2600 kg
- Navetta grande da 32 m³ con capacità massima in peso di 4000 kg
- Motrice 48 m³ con capacità massima in peso di 6300 kg
- Bilico da 86 m³ con capacità massima in peso di 11000 kg

A questo punto sono state trovate le esatte dimensioni del vano di carico di ogni mezzo di trasporto (lunghezza, larghezza, altezza), per poi proseguire calcolando quanti carichi unitari di ogni tipo potesse accogliere ogni veicolo senza l'utilizzo delle tecnologie di sovrapposizione ricavate. Nella Tabella 3.1 sono riportate le dimensioni e capacità in volume e in peso di ogni tipo di mezzo.

Tabella 3.1 Caratteristiche mezzi di trasporto

Mezzo di trasporto	L [mm]	W [mm]	H [mm]	Volume capacity [m3]	Weight capacity [kg]
Motrice 16 m3	4600	1800	1900	16	800
Navetta 20 m3	4100	2150	2200	20	3000
Navetta 30 m3	5000	2500	2400	30	2600
Navetta grande	6200	2120	2450	32	4000
Motrice 48 m3	7100	2600	2600	48	6300
Bilico	13600	2440	2600	86	11000

Individuati i mezzi e le loro dimensioni, il passo successivo è stato quello di capire la saturazione dei mezzi per ogni diverso carico unitario: per fare ciò sono state calcolate le differenti possibilità per posizionare il carico nel vano dei veicoli (lato lungo con lato lungo e lato corto con lato corto o viceversa) per capire quante unità potesse accogliere il vano di ogni veicolo. Nella Tabella 3.2 qui di seguito vengono riportati i risultati di tale analisi.

Tabella 3.2 Quantità di carichi standard trasportabili per ogni mezzo in AS-IS

AS-IS	Bancale	Collo-Scatola	Scatola grande	Bancale piccolo	Bancale fuori sagoma	Cassa	Cassone
Motrice 16 m3	4	12	3	15	4	4	6
Navetta 20 m3	6	16	6	15	5	4	6
Navetta 30 m3	12	25	10	24	6	6	12
Navetta grande	10	24	10	21	6	8	10
Motrice 48 m3	16	35	14	33	9	8	16
Bilico	34	54	26	68	18	18	34

A questo punto, conoscendo il volume dei carichi unitari maggiormente utilizzati e avendo calcolato la quantità massima di ognuno di essi che è possibile porre nei differenti mezzi, si è potuti andare a calcolare la saturazione dei mezzi, riportata nella Tabella 3.3 di seguito.

Tabella 3.3 Saturazione dei mezzi in AS-IS con dimensioni dei carichi standard

Saturazione AS-IS	Bancale	Collo-Scatola	Scatola grande	Bancale piccolo	Bancale fuori sagoma	Cassa	Cassone
Motrice 16 m3	20%	11%	11%	27%	24%	31%	29%
Navetta 20 m3	23%	12%	18%	22%	24%	24%	23%
Navetta 30 m3	31%	13%	20%	23%	19%	24%	31%
Navetta grande	24%	11%	19%	19%	18%	30%	24%
Motrice 48 m3	26%	11%	18%	20%	18%	20%	26%
Bilico	30%	9%	18%	23%	20%	25%	30%

I risultati appena ottenuti sono conseguenti al fatto che la percentuale di unità che possono essere sovrapposte all'interno dei mezzi è molto bassa e ciò compromette la possibilità di andare a sfruttare il volume del vano in altezza. Questo ovviamente comporta un limite in quanto, inevitabilmente, si avrà necessità di utilizzare più mezzi e più viaggi per soddisfare ogni ordine.

Di seguito viene riportato in Figura 3.7 un grafico nel quale appaiono chiare le percentuali di carichi di ogni tipo che possono essere sovrapposti

L'analisi della situazione in AS-IS appena svolta porta a pensare che, riuscendo a trovare dei metodi per sovrapporre i carichi unitari, si possa migliorare la saturazione dei mezzi per poter quindi diminuire i viaggi e avere un risparmio economico sul noleggio dei mezzi.

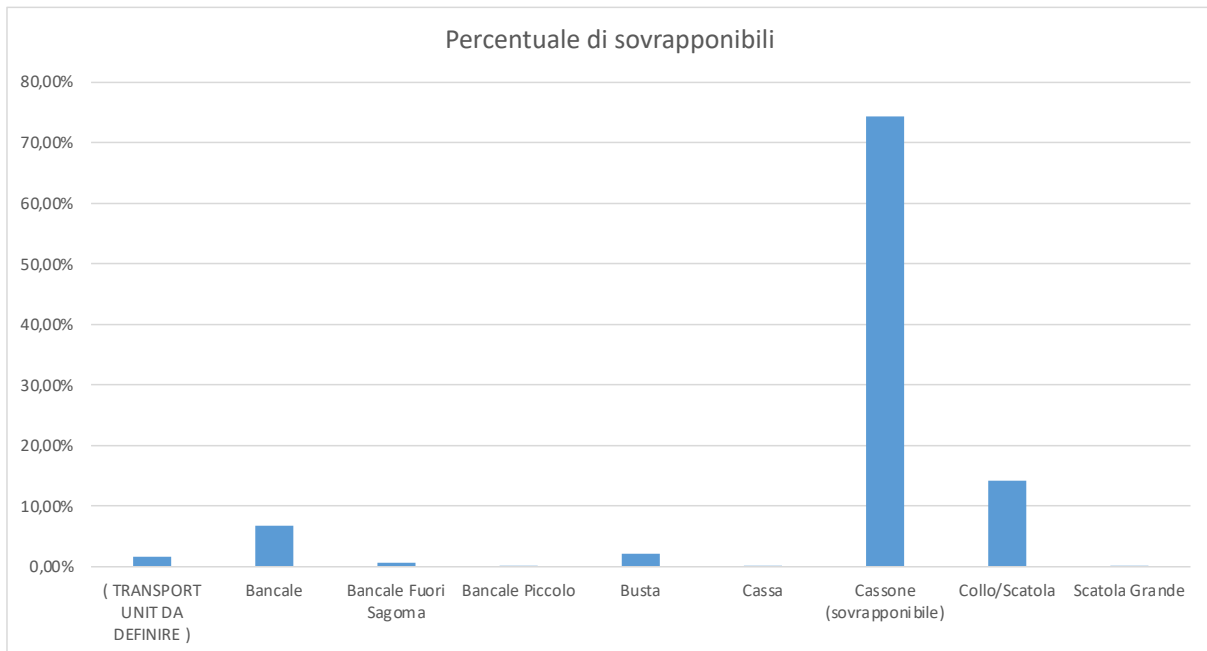


Figura 3.7 Percentuale di carichi unitari sovrapponibili in AS-IS

3.3 Analisi criticità e proposta di soluzione per scenario TO-BE

Come mostrato nel paragrafo precedente, riuscendo a sovrapporre i carichi unitari che non risultano tali, si potrebbe ottenere un margine di miglioramento a livello di saturazione dei mezzi.

Il primo passo quindi per riuscire ad ottenere una saturazione dei veicoli migliore è stato quello di andare a ricercare delle tecnologie per poter sovrapporre tutte le diverse transport unit.

Da questa ricerca sono stati esclusi i carichi formati da cassone, in quanto già sovrapponibili per la maggior parte, e ci si è andati a concentrare sui bancali che, avendo una misura solitamente standard (1200 x 800 mm), possono essere facilmente trattabili.

Proprio per i bancali, quindi, sono state ricercate sul web delle soluzioni quali telai o sponde presenti sul mercato. L'ostacolo di fronte al quale ci si è trovati è stato quello dell'altezza dell'imballo: la maggior parte delle attrezzature ausiliari che si trovano in commercio infatti permettono di inserire delle sponde ai bancali per un'altezza massima che sta tra i 20 e i 40 cm massimo, mentre nel caso presentato l'altezza più ricorrente degli imballaggi è di 80 cm.

Dopo aver visionato svariati siti web, è stata trovata una soluzione che sembra la più adeguata alle necessità del caso, (applicabile se necessario anche allo standard 1200 x 1000 mm) ovvero degli angolari appositamente creati e installabili sui bancali per sovrapporli. L'unico limite imposto da questa soluzione è il numero di livelli raggiungibili, ovvero massimo 2. In figura 3.8⁹ è riportato un esempio di due bancali sovrapposti grazie all'utilizzo di angolari ultrasensibili.



Figura 3.8 Bancali sovrapposti con angolari ultrasensibili

Trovata questa soluzione per i bancali, è stato notato che gli imballaggi con scatola grande più ricorrenti hanno la stessa lunghezza e la stessa larghezza dei bancali con standard 1200 x 1000 mm, così, avendo anche un peso tranquillamente sostenibile da essi, per poter sovrapporre due scatole grandi si può porle su due bancali, applicare gli angolari e così impilare le unità su due livelli.

Anche per gli imballaggi con collo-scatoia sono state notate delle dimensioni che potessero essere attribuite ad un bancale: due colli-scatoia di dimensioni 1000 x 500 mm possono essere

⁹ Figura tratta da: <https://www.antislip.it/soluzioni-ecologiche/angolari-resistenti/>

posti su un bancale e quindi seguire la logica di sovrapposizione già trovata per questi ultimi. In tale modo, lo spazio occupato da due colli-scatoia sarà leggermente maggiore: il bancale, infatti, ha un'area di 1200 x 1000 mm, ma su tale area, grazie agli angolari, si possono andare ad inserire 4 colli-scatoia, occupando così anche la capacità in verticale dei mezzi e migliorare la saturazione del vano. Tutto ciò ovviamente porta anche alla possibilità di poter porre sui bancali anche colli-scatoia con dimensioni minori, come ad esempio quattro colli-scatoia di dimensioni 600 x 500 mm; in tale modo, nell'area occupata da un bancale standard 1200 x 1000 mm, è possibile inserire 8 colli-scatoia.

Il ragionamento alla base di queste soluzioni sta in primo luogo nella possibilità di acquistare una buona quantità di angolari dallo stesso fornitore così da poter raggiungere delle economie di scala e in secondo luogo nella possibilità di instaurare un rapporto di condivisione delle attrezzature quali bancali, scatole grandi e colli-scatoie con i clienti, così da renderle riutilizzabili grazie alla logica di Milk-Run già adottata dall'azienda.

Per quanto riguarda i bancali piccoli non sono state trovate delle soluzioni standard come per i bancali 1200 x 800 mm; quindi, l'unico modo per poter sovrapporre imballi di questo tipo è quello di valutare delle attrezzature come le già citate sponde o dei telai customizzate. Tale scelta dovrà essere presa in un'ottica di convenienza economica, dato che una soluzione di questo tipo è sicuramente più costosa rispetto a quelle sopra adottate. Un aspetto fondamentale da considerare è la quantità di imballaggi con bancale piccolo movimentati nell'arco di un anno rispetto a tutti gli altri, che risulta essere solo il 5,8%; questo dato in aggiunta al fatto che l'azienda non è molto predisposta a soluzioni su misura, hanno portato a trascurare la sovrapposibilità dei bancali piccoli e a concentrarsi di più sui già citati bancali e colli-scatoia che invece insieme formano il 68,5% delle attrezzature utilizzate in un anno, come riportato nella Tabella 3.4, nella quale vengono indicate le quantità delle diverse transport unit movimentate in un anno e per ognuna anche la percentuale sul totale.

Proseguendo con l'analisi, ci si è soffermati sui bancali fuori sagoma, per i quali però non sono state trovate soluzioni, fino ad arrivare alle casse: queste attrezzature sarebbero nella teoria sovrapposibili, ma la maggior parte di esse non risulta tale, probabilmente perché il contenuto fuoriesce in altezza; anche per queste, quindi, non è stata trovata una soluzione. Per quanto riguarda invece le transport unit da definire, la soluzione migliore sarà sicuramente quella di ricondurle il più possibile a degli imballaggi sovrapposibili, per avere una maggiore flessibilità nella formazione dei carichi sui mezzi di trasporto.

Tabella 3.4 *Quantità e percentuali delle transport unit movimentate in un anno*

Tipo di carico unitario	Quantità	Percentuale
(TRANSPORT UNIT DA DEFINIRE)	1006	1,87%
Bancale	10622	19,78%
Bancale Fuori Sagoma	2383	4,44%
Bancale Piccolo	3116	5,80%
Busta	6150	11,45%
Cassa	1144	2,13%
Cassone (sovrapponibile)	2779	5,17%
Collo/Scatola	26156	48,70%
Scatola Grande	347	0,65%
(vuoto)		0,00%
Totale complessivo	53703	100,00%

A questo punto si è proseguito applicando le soluzioni trovate per le dimensioni standard di bancali, colli-scatoia e scatole grandi e andando a calcolare quante unità potessero essere poste nel vano dei diversi mezzi riuscendo a sovrapporle. Di seguito sono riportati i risultati di tali calcoli nella Tabella 3.5.

Tabella 3.5 *Quantità di carichi standard trasportabili per ogni mezzo in TO-BE*

TO-BE	Bancale	Collo-Scatola	Scatola grande
Motrice 16 m ³	4	16	6
Navetta 20 m ³	12	24	12
Navetta 30 m ³	13	40	20
Navetta grande	20	40	20
Motrice 48 m ³	31	56	28
Bilico	55	104	52

Come mostrato nella tabella qui sopra, per quanto riguarda la motrice da 16 m³, il numero massimo di bancali posizionabili in tale mezzo risulta essere 4 come nella soluzione in AS-IS; questo è dovuto al limite di peso che non permette quindi di applicare la soluzione di sovrapposizione proposta per i bancali su tale veicolo.

Un problema simile si è verificato anche nella navetta da 30 m³, nella motrice da 48 m³ e nel bilico: più nel dettaglio, per la navetta da 30 m³, da un massimo di 12 bancali in AS-IS, sovrapponendo si può arrivare fino a 13 unità per il limite di peso, per la motrice da 48 m³ da un massimo di 16 bancali si può arrivare fino a 31 sovrapponendo e, per il bilico, da un

massimo di 34 bancali, sovrapponendo si può arrivare fino a 55 bancali senza sfiorare il limite di peso consentito.

Per quanto riguarda invece la navetta da 20 m³ e la navetta grande, in queste sovrapponendo, il numero di unità raddoppia rispetto al caso in AS-IS.

Da questi calcoli si è quindi giunti a poter fare delle considerazioni sulla saturazione dei mezzi. Nella Tabella 3.6 vengono riportate le saturazioni dei mezzi occupati da bancali, colli-scatoia e scatole grandi avendo applicato la soluzione di sovrapposizione sopra proposta.

Tabella 3.6 Saturazione dei mezzi in TO-BE con dimensioni dei carichi standard

Saturazione TO-BE	Bancale	Collo-Scatoia	Scatoia grande
Motrice 16 m ³	20%	18%	23%
Navetta 20 m ³	46%	22%	36%
Navetta 30 m ³	33%	24%	40%
Navetta grande	48%	22%	37%
Motrice 48 m ³	50%	21%	35%
Bilico	49%	22%	36%

Dalla tabella sopra riportata risulta che, per i carichi unitari formati da bancali, esclusa la navetta da 16 m³, per la quale la saturazione non migliora, per la navetta da 30 m³ la saturazione aumenta dal 31% al 33%, per la motrice da 48 m³ si ha un miglioramento dal 26% al 50% di saturazione, per il bilico si passa dal 30% al 49%, mentre per la navetta da 20 m³ e per la navetta grande la saturazione raddoppia, così come le unità.

Anche per i carichi unitari formati da colli-scatoie e scatole grandi le percentuali di saturazione aumentano più o meno significativamente sovrapponendo le unità.

3.4 Sviluppo e risultati per lo scenario TO-BE

Fino a questo momento la soluzione proposta per la sovrapposizione è stata applicata solo nel caso in cui ogni mezzo sia formato completamente da una sola tipologia di carico unitario (bancale, collo-scatoia, scatoia grande); nella realtà, le missioni di trasporto effettuate dall'azienda hanno dei carichi formati da transport unit di ogni tipo.

È stato quindi interessante a questo punto andare a identificare l'eterogeneità dei carichi unitari nei diversi routing; analizzando la from-to si è potuto notare come le attrezzature maggiormente utilizzate siano proprio i bancali e i colli-scatoia, che sono infatti presenti in tutti i viaggi, fatte pochissime eccezioni.

Sono state quindi analizzate diverse missioni di trasporto per capire se effettivamente, nonostante l'eterogeneità dei materiali, i miglioramenti nella saturazione del mezzo trovati in precedenza ancora sussistessero.

Riportando un esempio, per il viaggio contrassegnato dall'ID 1057 che prevedeva un carico per il quale erano necessarie due navette da 20 m³, sovrapponendo i colli-scatoia presenti nell'ordine con l'utilizzo di bancali con sponde, si è riusciti a ridurre i mezzi necessari a una sola navetta con la stessa capacità e con una saturazione che è passata da una media di 8,3% a una del 18%.

L'aumento di saturazione appena visto è ovviamente da sottoscrivere al singolo caso, in quanto dipende molto da come è formato ogni carico e dal mezzo utilizzato, ma un fattore interessante è sicuramente la riduzione di mezzi necessari per il routing: questo punto è infatti molto importante se si guarda l'aspetto economico per ridurre le spese di noleggio dei veicoli. Ovviamente la possibilità di ridurre effettivamente la flotta di mezzi noleggiati sarà da tenere in considerazione in analisi future, per le quali è necessario conoscere la quantità di mezzi disponibili e quanti di questi vengono effettivamente utilizzati in un certo arco di tempo se si riuscisse a migliorare la saturazione.

Per capire se comunque la soluzione trovata possa portare dei benefici, si è pensato di andare a calcolare la superficie occupata dalle unità trasportate prima e dopo l'applicazione delle attrezzature per la sovrapposizione, così da trovare i metri quadri che possono essere risparmiati.

Essendo le missioni di trasporto 2141, si è cercato un modo per automatizzare i calcoli, e la soluzione migliore per fare ciò è sicuramente quella di creare una tabella Pivot.

Per arrivare però alla tabella, è stato creato un nuovo database nel quale sono state inserite le dimensioni dei carichi e la superficie occupata da questi prima e dopo la sovrapposizione.

A questo punto però, le transport unit che sono state considerate sovrapponibili sono solo quelle che hanno le dimensioni più ricorrenti (nel caso dei colli-scatoia anche i sottomultipli) essendo le soluzioni trovate utili solo per queste.

Per quanto riguarda invece la sovrapponibilità dei carichi unitari che già risultavano tali, non è stata presa in considerazione in quanto alla fine si andrà a trovare una differenza sulla quale il fatto di aver sovrapposto o meno i carichi che lo sono sia in AS-IS che in TO-BE non influisce.

Sul nuovo database sono quindi state calcolate le superfici dei carichi unitari in AS-IS come se fossero tutti non sovrapponibili, mentre per il calcolo delle superfici dei carichi unitari in TO-BE sono stati considerati sovrapponibili solo i bancali, i colli-scatoia e le scatole grandi

con le dimensioni più ricorrenti sopra citate e per le quali sono state trovate delle soluzioni efficaci per sovrapporre i carichi.

Dopodiché, dal nuovo database, è stata creata una tabella Pivot nella quale è stato posto l'id transport mission come etichetta di riga, per poi creare una colonna con la somma della superficie utilizzata per ogni missione in AS-IS, una colonna con la somma di superficie utilizzata per ogni missione in TO-BE e un'ultima colonna con la somma di superficie che rimane disponibile in TO-BE rispetto all'AS-IS.

In Figura 3.9 è riportata una parte della tabella Pivot creata.

Transport mission	Somma di superficie_occupata_AS-IS	Somma di superficie_occupata_TO-BE	Somma di Superficie disponibile
2	13,4351	12,317	1,1181
4	6,4968	6,4968	0
6	6,3976	6,0814	0,3162
8	11,7015	11,7015	0
9	5,2375	4,1194	1,1181
10	7,2734	7,2734	0
11	11,3906	10,9106	0,48
12	8,1542	7,8872	0,267
13	2,5941	2,5457	0,0484
14	9,462	9,2555	0,2065
15	13,7432	12,7832	0,96
16	11,1107	11,1107	0
17	2,18	2,18	0
18	7,7469	6,4707	1,2762
19	4,2084	4,0503	0,1581
20	7,7148	7,7148	0
21	9,0534	9,0534	0
22	6,4875	6,3294	0,1581
23	11,7486	8,8302	2,9184
24	15,6251	13,547	2,0781
25	6,9515	5,9915	0,96
26	11,0462	10,0862	0,96
27	7,1065	7,0809	0,0256
28	8,9151	8,9151	0
29	1,3762	1,3762	0
32	841,135	841,135	0
33	20,6202	19,5021	1,1181
34	0,3162	0,1581	0,1581
35	6,0934	6,0934	0
36	9,4213	9,2632	0,1581
37	5,9748	5,2917	0,6831
38	7,0636	7,0636	0
39	21,2563	18,862	2,3943
40	7,78	7,687	0,093
41	3,7696	3,7696	0
42	3,3131	3,3131	0
43	10,5294	10,5294	0
44	14,7287	14,5081	0,2206
45	0,3306	0,3306	0
46	5,5848	5,4267	0,1581
47	7,5069	5,6745	1,8324
48	964,2029	963,7949	0,408
49	6,1171	5,1471	0,97
50	7,8277	7,7548	0,0729
51	8,5939	8,5939	0
52	4,5411	4,5411	0
53	8,5666	8,5666	0
54	2,66825	2,66825	0
55	9,2249	8,1068	1,1181

Figura 3.9 Parte della tabella Pivot delle superfici

In conclusione, il risultato finale riporta che la somma delle superfici occupate in tutte le transport mission in AS-IS è di 33314,32706 m², mentre quella in TO-BE è di 30167,25096 m², ottenendo così una somma di superficie disponibile pari a 3146,8391 m².

Ciò significa che, implementando le soluzioni di sovrapposizione sopra discusse, si può ottenere un risparmio annuo di superficie occupata sui mezzi pari al 9,45%.

A questo punto si può pensare di andare ad utilizzare la superficie risparmiata per accorpate dei viaggi che abbiano itinerari simili e cadenze di spedizioni simili, così da riuscire a diminuire i viaggi necessari o i mezzi utilizzati.

Per capire allora su quale tipologia di veicolo è più conveniente agire, l'analisi delle superfici è stata condotta anche distinguendo le missioni per tipo di mezzo utilizzato.

Applicando quindi un filtro nella tabella Pivot sopra riportata è stato possibile identificare la superficie risparmiata nella soluzione TO-BE rispetto all'AS-IS per ogni tipologia di veicolo: nella Tabella 3.7 vengono riportati i risultati di questa analisi.

Tabella 3.7 Analisi della superficie recuperata su ogni tipologia di mezzo

Mezzi di trasporto	Somma di superficie occupata AS-IS	Somma di superficie occupata TO-BE	Somma di Superficie disponibile
Navetta 16 m3	9435,589985	8744,548885	1782,8271
Navetta 20 m3	14279,68678	13078,15893	1086,4866
Navetta 30 m3	1164,1977	1090,086	88,0393
Navetta grande	1795,2514	1401,9883	89,32845
Navetta 48 m3	2073,7342	1960,236	55,6696
Bilico	0,6126	0,6126	0
Mezzo non identificato 1	0,0945	0,0945	0,18
Mezzo non identificato 2	16,4945	14,5745	1,92
Mezzo non identificato 3	4548,6654	3876,95125	42,38805
Totale complessivo	33314,32706	30167,25096	3146,8391

Come mostrato dai risultati in tabella, i mezzi sui quali è sicuramente più conveniente intervenire sono la navetta da 30 m3 e quella da 20 m3 per le quali nella soluzione TO-BE rispetto all'AS-IS vengono risparmiati rispettivamente 1782,8271 m² e 1086,4866 m².

Tutti questi risultati dovranno ovviamente essere discussi da un punto di vista economico: se il vantaggio economico dato dalla diminuzione di viaggi che può permettere la superficie risparmiata sarà maggiore rispetto al costo di acquisto delle attrezzature per la sovrapposizione, allora si avrà una convenienza nell'implementare la soluzione discussa.

3.5 Collaborazione fornitore-cliente

L'aspetto fondamentale alla base della logistica dell'azienda in esame è l'adozione del metodo Milk-Run; tale metodo prevede infatti un routing fisso per rifornire diversi clienti. La logica Milk-Run include anche il ritorno dell'imballo (secondo una logistica inversa), proprio come nella "corsa del latte", nella quale il lattaio lasciava le bottiglie piene di latte e ritirava quelle ormai vuote; tutto ciò prevede quindi una stretta collaborazione tra cliente e fornitore.

Nel presente caso studio, i clienti riforniti dall'azienda nell'arco di un anno sono più di 500, quindi si è cercato di individuare tra questi quelli che prevedono maggiori viaggi con l'utilizzo di bancali, scatole grandi e colli-scatoia: con tali clienti potrebbe essere possibile instaurare un rapporto di collaborazione, come ad esempio la condivisione di bancali di dimensioni 1200 x 1000 mm con sponde per la sovrapposizione.

Una collaborazione di questo tipo potrebbe permettere un abbattimento dei costi per le attrezzature che sarebbero appunto non solo condivise, ma anche riutilizzabili grazie alla logica di Milk-Run.

Sono stati quindi identificati 10 clienti con i quali, nell'arco di un anno, vengono scambiati tra bancali, colli-scatoia e scatole grandi, più di 1000 unità: in particolare, con uno di questi clienti, le unità scambiate sono 8803, ovvero 1926 bancali, 6805 colli-scatoia e 72 scatole grandi. Considerando poi la possibilità di porre due colli-scatoia su un bancale e una scatola grande su un altro bancale, così da permetterne la sovrapposizione, è possibile andare a prevedere il numero di bancali necessari per il singolo cliente nell'arco temporale in esame. La collaborazione tra cliente e fornitore sta proprio nel riuscire a ridurre al minimo il numero di attrezzature (bancali) necessarie nel range temporale prefissato grazie all'utilizzo della logica Milk-Run: potendo aggiungere alla consegna il ritiro delle attrezzature della consegna precedente, queste saranno riutilizzabili per un successivo viaggio.

Tutte queste ipotesi vanno ovviamente ben analizzate considerando la saturazione del mezzo con anche gli eventuali bancali al ritorno.

CONCLUSIONI

Con questo elaborato si è voluta dimostrare l'importanza della scelta del packaging nella logistica moderna.

Ci si è andati a soffermare soprattutto sull'imballaggio di terzo livello; ad oggi la ricerca su quest'ultimo è molto sottovalutata, tanto che gli studi a riguardo nascono principalmente a fronte di un problema da risolvere, mentre dovrebbero essere in continua evoluzione con il mercato per soddisfare tempestivamente le richieste degli stakeholders e tenere sotto controllo i costi.

Oltre che sull'aspetto economico, inoltre, l'imballaggio ad ogni livello è molto rilevante per la sostenibilità e l'immagine di un'azienda; la scelta dei materiali, la possibilità di riutilizzarli più volte e il loro smaltimento a fine vita sono dei driver fondamentali dei quali si deve tener conto quando si parla di packaging sostenibile.

Sempre per quanto riguarda la sostenibilità, a livello terziario dell'imballaggio è fondamentale avere un buon fattore di carico dei mezzi di trasporto, ovvero cercare di utilizzare il maggior spazio disponibile possibile, per riuscire a raggiungere un importante obiettivo che non riguarda solo la singola azienda, ovvero la decarbonizzazione dei trasporti.

Nel caso studio si è voluto dimostrare come una buona scelta dell'imballaggio terziario possa portare a una diminuzione di viaggi e veicoli per l'azienda, obiettivo importante per abbattere i costi e le emissioni; ciò è stato possibile riuscendo proprio a migliorare la saturazione dei mezzi che risultava inizialmente molto bassa.

Sono state cercate quindi delle soluzioni per sovrapporre i carichi unitari che ancora non erano sovrapponibili, così da utilizzare anche la capacità in altezza dei mezzi.

La ricerca ha portato a considerare delle sponde da porre sui bancali per renderli sovrapponibili e in seguito si è deciso di porre colli-scatole e scatole grandi delle dimensioni più ricorrenti proprio sui bancali, così da rendere sovrapponibili anche queste altre due tipologie di imballaggio.

Dapprima è stato visto come la saturazione su ogni diverso mezzo per la singola tipologia di imballaggio, migliorasse praticamente sempre, spesso anche con una percentuale che si raddoppiava. Il problema stava nel fatto che l'azienda in questione, nell'arco temporale di un anno, effettuava circa 2141 missioni di trasporto, ognuna con carichi diversi e soprattutto misti per quanto riguarda le tipologie di imballaggio utilizzate. Ciò ha portato a fare delle considerazioni a livello globale per capire se effettivamente i miglioramenti di saturazione visti con carichi omogenei rispecchiassero anche la realtà.

Applicando quindi la soluzione trovata per sovrapporre i bancali, i colli-scatoia e le scatole grandi a tutte le missioni di trasporto effettuate nell'anno e confrontandola a parità di superficie occupata nei mezzi con la situazione iniziale, è stata ottenuta un 9,45% di superficie recuperabile, grazie alla quale si potrebbero accorpate più missioni di trasporto che inizialmente erano separate, riuscendo così a risparmiare sui viaggi effettuati dall'azienda. Questo risultato è sicuramente importante anche per quanto riguarda la sostenibilità, in quanto con una diminuzione dei viaggi che vengono effettuati tutti su gomma si può mirare ad una decarbonizzazione dei trasporti.

Altro aspetto fondamentale nel caso studio riguardo la sostenibilità è sicuramente il fatto di tener conto che l'azienda opera secondo una logica di Milk-Run, ovvero con dei routing fissi con cadenze di consegna ben definite; il fatto di utilizzare nella soluzione proposta molti più bancali rispetto alla situazione iniziale, permette di considerare il fatto di applicare un Milk-Run puro, che implica anche il ritorno dell'attrezzatura di imballaggio. Tutto ciò ovviamente presuppone una buona collaborazione fra cliente e fornitore, i quali possono considerare una condivisione delle attrezzature.

In conclusione, quindi possiamo dire che c'è ancora molto spazio nella ricerca di soluzioni sempre più intelligenti e innovative di packaging, ricerche divenute ormai fondamentali per essere al passo con il mercato, mantenere i costi sotto controllo e puntare sempre un occhio verso la sostenibilità.

BIBLIOGRAFIA

- Abdelrazik, D., & Mitchell, M. (2021). Spirits-Global packaging developments. In *Whisky and Other Spirits: Technology, Production and Marketing* (Third Edit). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822076-4.00024-3>
- Ahmad, S., Sarwo Utomo, D., Dadhich, P., & Greening, P. (2022). Packaging design, fill rate and road freight decarbonisation: A literature review and a future research agenda. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 4(June), 100066. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.100066>
- Clark, S. (2014). *Food Processing: Principles and Applications*. 249–273.
- Garcia-Arca, J., Comesaña-Benavides, J. A., Gonzalez-Portela Garrido, A. T., & Prado-Prado, J. C. (2021). Methodology for selecting packaging alternatives: an “action research” application in the industrial sector. *Central European Journal of Operations Research*, 29(4), 1427–1446. <https://doi.org/10.1007/s10100-020-00724-3>
- Regattieri, A., Santarelli, G., & Piana, F. (2019). Packaging Logistics. In *Lecture Notes in Logistics*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92447-2_13
- Santén, V., & Rogerson, S. (2018). Shippers’ transport efficiency: An approach for measuring load factor. *Logistics Research*, 11(1). https://doi.org/10.23773/2018_3

RINGRAZIAMENTI

Al termine di questo elaborato desidero ringraziare alcune persone che sono state fondamentali nel mio percorso.

Il primo dovuto ringraziamento va ai miei genitori che, nonostante non si aspettassero un percorso del genere per me, mi hanno sempre sostenuta rimanendo un passo indietro quando ce n'era bisogno. Vorrei anche ringraziare mia sorella e tutta la mia famiglia che hanno sempre gioito con me per ogni piccolo traguardo.

Un importante ringraziamento va a tutte le mie amiche perché ognuna a suo modo ha contribuito a migliorare questi fantastici tre anni.

Un altro grazie enorme va alle mie coinquiline e compagne di studi Nicoletta e Sofia che sono state fondamentali in questo percorso, portando sempre una risata nei momenti più difficili.

Un ringraziamento veramente speciale va a Riccardo, per la sua pazienza e per il coraggio e la forza che mi ha dato quando pensavo di non farcela.

Ringrazio infinitamente il professore Alberto Regattieri e l'ingegnere Francesca Calabrese per avermi dato la possibilità di svolgere questo progetto e per l'aiuto ricevuto.

Infine, ringrazio me stessa, perché nonostante nessuno si aspettasse questo da me, con tanta passione e impegno ce l'ho fatta.