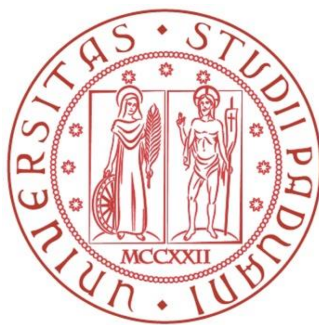




UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI TECNICA E GESTIONE DEI
SISTEMI INDUSTRIALI**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
INGEGNERIA GESTIONALE**

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**SAVING IN LOGISTICHE ESTERNE ATTRAVERSO IL
RE-LAYOUT E L'OTTIMIZZAZIONE DEL
MAGAZZINO MATERIE PRIME:
IL CASO FITT S.p.a.**

Relatore: Chia.mo Alessandro Persona

Correlatore: Ing. Marco Ponza

Laureando: Lorenzo Ghirardello

1129327

ANNO ACCADEMICO: 2017-2018

“Our sentience is just cycling through our lives like carts on a track. See, everything outside our dimension—that’s eternity. Eternity looking down on us. Now, to us it’s a sphere but to them... it’s a circle.”

Rust Cohle on M-Brane Theory

SOMMARIO

Il progetto di tesi è frutto di una collaborazione svolta in Fitt S.p.a. di Sandrigo (VI), azienda leader nello sviluppo di soluzioni per il passaggio di fluidi per uso domestico, professionale e industriale.

Obiettivo del progetto è stato l'analisi, l'ottimizzazione e la riorganizzazione del magazzino drive-in delle materie prime dello stabilimento attraverso un'operazione di re-layout dello stesso.

Il magazzino in oggetto è ad oggi caratterizzato da un serie di problemi che hanno come conseguenza una gestione inefficiente di spazi e flussi che sfocia nella necessità di ricorrere allo stoccaggio del materiale in logistiche esterne. Attraverso il re-layout si è cercato in primis di trovare delle soluzioni che ponessero rimedio all'incapacità di gestire un numero sempre più elevato di referenze con giacenze e consumi molto diversi tra di loro e successivamente sfruttare i vantaggi ottenuti al fine di ridurre la quantità di materiale immagazzinato in outsourcing e ottenere un conseguente saving di denaro. Questi obiettivi non sono semplici da raggiungere poiché non si sta progettando un layout ad-hoc per una determinata situazione, ma la modifica di uno già esistente con dei vincoli strutturali già definiti e non modificabili.

Partendo dalle esigenze aziendali e dai fabbisogni dei materiali si è giunti alla progettazione di due layout e della loro mappatura, differenziandosi per la portata dei risultati raggiunti, dei benefici e degli investimenti richiesti.

INDICE

INTRODUZIONE	1
1. FITT S.p.A.: L'AZIENDA, I PRODOTTI E I PROCESSI	3
1.1 STORIA DELL'AZIENDA	3
1.2 I PRODOTTI.....	3
1.2.1 GARDEN	4
1.2.2 INDUSTRIAL	8
1.2.3 BUILDING.....	11
1.3 I PROCESSI.....	13
1.4 LE SEDI.....	16
2. CENNI DI TEORIA: CLASSIFICAZIONE DEI MAGAZZINI, INDICI E OTTIMIZZAZIONE	19
2.1 CLASSIFICAZIONE DEI MAGAZZINI.....	19
2.2 INDICI DI MAGAZZINO	20
2.3 TIPOLOGIE DI MAGAZZINI MANUALI PER UNITA' DI CARICO.....	23
2.4 LAYOUT, MAPPATURE E LOGICHE DI PERCORSO	30
2.4.1 LAYOUT.....	30
2.4.2 MAPPATURA DEI CODICI PRODOTTO	31
2.4.3 LOGICHE DI PERCORSO	32
3. LO STATO AS-IS	35
3.1 FUNZIONE E CONTENUTO.....	35
3.2 I FLUSSI INTERNI.....	36
3.3 IL LAYOUT DEL MAGAZZINO GRANULI	40
3.4 MAPPATURA E LOGICHE DI PERCORSO DEL MAGAZZINO GRANULI.....	45
3.5 INDICI DI MAGAZZINO E DATI RACCOLTI.....	47
3.6 LE PROBLEMATICHE DEL MAGAZZINO GRANULI	55
3.6.1 BASSO INDICE DI SATURAZIONE DELLE SCAFFALATURE: LE CAUSE.....	56
3.6.2 BASSO INDICE DI SATURAZIONE DELLE SCAFFALATURE: LE CONSEGUENZE.....	64
3.6.3 LOGICHE E PERCORSI.....	71
3.7 I FLUSSI ESTERNI.....	71
CAPITOLO 4: LO STATO TO-BE	77

4.1 PROCEDURA PER LA DETERMINAZIONE DELLA PROFONDITA' DELLE CORSIE IN MAGAZZINI DRIVE-IN A GIACENZE DIFFERENTI	78
4.2 RE-LAYOUT 1: IL DRIVE-IN PER CLASSI	83
4.3 RE-LAYOUT 2: IL MAGAZZINO COMPATTABILE	105
CONCLUSIONI	125
RINGRAZIAMENTI	127
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	129
APPENDICE	131

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. 1 Il logo Fitt	3
Figura 1. 2 Fitt YOYO	4
Figura 1. 3 NTS Jeans	4
Figura 1. 4 NTS Toby.....	5
Figura 1. 5 NTS+ Masterpiece	5
Figura 1. 6 NTS Shine Black.....	5
Figura 1. 7 Fitt Aspirflex.....	6
Figura 1. 8 Fitt DTS	6
Figura 1. 9 Fitt Top Mat.....	6
Figura 1. 10 Fitt Toby Green.....	7
Figura 1. 11 Tubo Antigelo	7
Figura 1. 12 Fitt Livelle.....	7
Figura 1. 13 Fitt Ecodrop	8
Figura 1. 14 Fitt Pluvio.....	8
Figura 1. 15 Fitt Lightflex	8
Figura 1. 16 Reffitex Cristallo.....	8
Figura 1. 17 Fitt Agrofex UV-R HD	9
Figura 1. 18 Fitt Aliflex LD	9
Figura 1. 19 Hiflat LD.....	9
Figura 1. 20 Fitt Metaflex.....	9
Figura 1. 21 Cristallo Extra	9
Figura 1. 22 Fitt Enoflex	10
Figura 1. 23 Fitt Multiflex PU	10
Figura 1. 24 Fitt Bravo	10
Figura 1. 25 Fitt B-Active	10
Figura 1. 26 Fitt Idroflex	11
Figura 1. 27 Refittex gas gpl	11
Figura 1. 28 Fitt Oilfelx.....	11
Figura 1. 29 Fitt Aquarium.....	11
Figura 1. 30 Fitt Sewer EVO.....	12
Figura 1. 31 Fitt Blueforce	12
Figura 1. 32 Fitt Rollcable.....	13
Figura 1. 33 Compound di PVC.....	13
Figura 1. 34 Ciclo granulazione	14
Figura 1. 35 Magliatrice	15

Figura 1. 36 Dettaglio di una linea di estrusione	16
Figura 2. 1 Due unità di carico accatastate	21
Figura 2. 2 Matrice Indice di accesso - Indice di selettività.....	23
Figura 2. 3 Materiale stoccato a catasta	24
Figura 2. 4 Magazzino a gravità.....	24
Figura 2. 5 Scaffalatura flow rail	25
Figura 2. 6 Scaffalatura a satelliti	26
Figura 2. 7 Magazzino a semplice profondità.....	27
Figura 2. 8 Magazzino compattabile.....	28
Figura 2. 9 Scaffalatura drive-in	29
Figura 2. 10 Esempio di scaffalatura mappata per classi	32
Figura 2. 11 Logica di percorso "traversal"	33
Figura 2. 12 Logica di percorso "return"	33
Figura 2. 13 Logica di percorso "split traversal"	34
Figura 3. 1 Unità di carico costituita dal big bag di granulo su pallet	35
Figura 3. 2 Unità di carico di filato.....	36
Figura 3. 3 Spole di filato	36
Figura 3. 4 Esempio di "Stampa granulo".....	38
Figura 3. 5 Le lance aspirano il granulo dai sili e lo trasportano alle linee di estrusione	38
Figura 3. 6 Sili dentro cui viene versato il granulo	38
Figura 3. 7 Flusso inbound.....	39
Figura 3. 8 Layout CAD del magazzino granuli.....	40
Figura 3. 9 Layout semplificato del magazzino granuli.....	41
Figura 3. 10 Esempio di stoccaggio di codici diversi tra i due piani	42
Figura 3. 11 Corsie drive-in a doppia entrata.....	43
Figura 3. 12 Esempio di stoccaggio in corsie comunicanti.....	44
Figura 3. 13 Esempio di stoccaggio nelle corsie 12-63, 22-53 e 32-43	44
Figura 3. 14 Percorsi e distanze nei punti medi di prelievo	45
Figura 3. 15 Dimensioni magazzino granuli.....	48
Figura 3. 16 Dimensioni campata	48
Figura 3. 17 Influenza del doppio ripiano sull'indice di selettività	50
Figura 3. 18 Striscia esterna arancione	52
Figura 3. 19 Cassone per il granulo	53
Figura 3. 20 Stoccaggio di granuli obsoleti	59
Figura 3. 21 Dettaglio del magazzino granuli. In evidenza le corsie comunicanti 16-59	60
Figura 3. 22 Una configurazione corretta per la gestione dei codici a bassa giacenza e basso consumo	60
Figura 3. 23 Dettaglio del magazzino granuli: la corsia 75 nella zona laterale dell'edificio	61
Figura 3. 24 Una gestione poco efficiente delle corsie	61
Figura 3. 25 Esempio di stoccaggio errato delle unità di carico	62
Figura 3. 26 Esempio di stoccaggio corretto delle unità di carico	62
Figura 3. 27 Postazione pallet disponibile per il sistema informatico ma non accessibile	63
Figura 3. 28 Dettaglio del magazzino granuli.....	65
Figura 3. 29 Dettaglio di alcune corsie del magazzino granuli.....	65
Figura 3. 30 Udc che sporge nel corridoio a causa di una sovrasaturazione della corsia	66
Figura 3. 31 Sacconi di granulo stoccati a terra	67
Figura 3. 32 Sacconi di granulo stoccati all'esterno dell'edificio	67
Figura 3. 33 Flusso esterno del granulo	72

Figura 3. 34 Big bags trasferiti tra i vari stabilimenti: Giugno 2018.....	74
Figura 3. 35 L'itinerario compiuto dai sacconi di granulo da Lugo/Fara al polo logistico.....	76
Figura 4. 1 Riepilogo delle problematiche del magazzino granuli e delle loro conseguenze.....	77
Figura 4. 2 Il modulo di base potrà svilupparsi in direzione longitudinale o trasversale	80
Figura 4. 3 Il modulo di base comprenderà le udc di ciascuna classe	80
Figura 4. 4 Sviluppo longitudinale del modulo di base	81
Figura 4. 5 Area disponibile	86
Figura 4. 6 Divisione dello spazio disponibile nelle tre aree a diversa giacenza	86
Figura 4. 7 Prima iterazione: MdB 8+2+2	87
Figura 4. 8 Seconda iterazione: MdB 8+3+1	89
Figura 4. 9 Dimensionamento larghezza della campata	90
Figura 4. 10 Dimensionamento altezza vano	91
Figura 4. 11 Re-layout 1: Drive-in per classi	92
Figura 4. 12 Distanze e percorsi nei punti medi di prelievo	96
Figura 4. 13 Simulazione di stoccaggio con giacenze a fine Giugno 2018	99
Figura 4. 14 Simulazione di stoccaggio con giacenze ottimali	100
Figura 4. 15 Area disponibile	106
Figura 4. 16 Re-layout 2: area drive-in	106
Figura 4. 17 Dimensionamento altezze	107
Figura 4. 18 Vista laterale di un generico magazzino compattabile.....	108
Figura 4. 19 Modulo di Base	108
Figura 4. 20 Ripetizioni del modulo di base.....	110
Figura 4. 21 Re-layout 2: magazzino compattabile.....	111
Figura 4. 22 Mappatura magazzino compattabile	115
Figura 4. 23 Mappatura definitiva magazzino compattabile	116
Figura 4. 24 Possibilità di mappature all'interno delle corsie: dedicata, per classi e random	116
Figura 4. 25 Tempi di accesso alle singole locazioni	117
Figura 4. 26 Calcolo tempi medi: magazzino compattabile	118
Figura 4. 27 Locazione delle uscite di sicurezza nell'attuale drive-in	123
Figura 4. 28 Possibili locazioni delle uscite di sicurezza nel magazzino compattabile	123

INDICE DELLE TABELLE E DEI GRAFICI

Tabella 3. 1 Parametri per il calcolo dei tempi	46
Tabella 3. 2 Tempi medi As-Is magazzino granuli	47
Tabella 3. 3 Tempi medi totali As-Is magazzino granuli	47
Tabella 3. 4 Indici di movimentazioni per alcuni codici in alcune date di Giugno 2018	51
Tabella 3. 5 Indice di selettività del codice 20.00000 nelle settimane di Giugno 2018	51
Tabella 3. 6 Occupazione di alcune corsie in data 13/06/2018	53
Tabella 3. 7 Valori dell'indice di saturazione durante Giugno 2018	55
Tabella 3. 8 Giacenza di un codice obsoleto: Giugno 2018	59
Tabella 3. 9 Esempio 1	59
Tabella 3. 10 Esempio 2	61
Tabella 3. 11 Esempio di inserimento errato delle udc nella corsia 80	62
Tabella 3. 12 Posti recuperabili con uno stoccaggio diretto durante Giugno 2018	63
Tabella 3. 13 L'errato inserimento delle udc potrebbe non comportare problemi	64
Tabella 3. 14 Giacenza delle udc in RM durante Giugno 2018	68
Tabella 3. 15 Giacenze medie stoccate in logistica esterna: Giugno 2017-Giugno 2018	69
Tabella 3. 16 Costi logistica esterna: Giugno 2017-Giugno 2018	69
Tabella 3. 17 Consumi e giacenza del filato: Giugno 2018	70
Tabella 3. 18 Parametri per il calcolo dei costi di trasferimento	73
Tabella 4. 1 Seconda iterazione: calcolo parametri	89
Tabella 4. 2 Calcolo numero di campate	90
Tabella 4. 3 Capacità per area re-layout 1	93
Tabella 4. 4 Confronto indici: As-Is vs Drive-in per classi	94
Tabella 4. 5 Parametri per il calcolo dei tempi medi di accesso	96
Tabella 4. 6 Tempi medi di accesso per ciascuna area	97
Tabella 4. 7 Tempi di accesso totali per ciascuna area	97
Tabella 4. 8 Tempi di accesso totali: As-Is	98
Tabella 4. 9 Esempio di calcolo delle corsie necessarie per alcune referenze: Giacenze a fine giugno 2018	98
Tabella 4. 10 Indice di saturazione delle scaffalature per ciascuna area	99
Tabella 4. 11 Calcolo corsie necessarie: Giacenza ottimale	100
Tabella 4. 12 Indice di saturazione delle scaffalature per ciascuna area	100
Tabella 4. 13 Codici, giacenza e area di appartenenza del materiale in logistica esterna a fine Giugno 2018	102
Tabella 4. 14 Calcolo delle giacenze trasferibili dalla logistica esterna al magazzino granuli	102
Tabella 4. 15 Saving in logistiche esterne con giacenze a fine Giugno 2018	103
Tabella 4. 16 Saving in logistiche esterne con giacenze ottimali	103
Tabella 4. 17 Parametri per il dimensionamento della campata	107
Tabella 4. 18 Parametri per il dimensionamento del modulo di base	108
Tabella 4. 19 Confronto indici: As-Is vs Compattabile	112
Tabella 4. 20 Codice stoccabili nella parte drive-in	113
Tabella 4. 21 Calcolo tempi medi per il magazzino compattabile	119
Tabella 4. 22 Confronto tempi con lo stato As-Is	119

Tabella 4. 23 Giacenza stoccata in logistica esterna in ordine decrescente	120
Tabella A. 1 Cumulate per ABC re-layout 1	134
Tabella A. 2 Cumulate per ABC re-layout 2	137
Grafico 3. 1 Evoluzione Indice di saturazione delle scaffalature: Giugno 2017-Giugno 2018	54
Grafico 3. 2 Indice di saturazione scaffalature: Giugno 2018	55
Grafico 3. 3 Confronto tra codici consumati, codici a stock e corsie disponibili: Giugno 2017-Giugno 2018	57
Grafico 3. 4 Giacenze medie in logistica esterna	69
Grafico 4. 1 Classificazione ABC Giacenza necessaria-Numero di codici: 80-15-5	79
Grafico 4. 2 Classificazione ABC Giacenza necessaria-Numero di codici: 35-35-30	83
Grafico 4. 3 Classificazione ABC Giacenza necessaria-Numero di codici: 80-15-5	85
Grafico 4. 4 Classificazione ABC Giacenza necessaria-Numero di codici: 75-15-10	88
Grafico 4. 5 Ritorno dell'investimento: Drive-in per classi	104
Grafico 4. 6 Analisi ABC Consumi-Giacenza	114
Grafico 4. 7 Analisi ABC Consumi-Numero di codici	114
Grafico 4. 8 Posti pallet per ciascuna corsia del compattabile	115
Grafico 4. 9 Ritorno dell'investimento del magazzino compattabile	121

INTRODUZIONE

La logistica è la disciplina che tratta la gestione integrata dell'intero ciclo operativo dell'azienda attraverso la gestione dei materiali (approvvigionamento materie prime e componenti), della produzione (programmazione, fabbricazione, assemblaggio, controllo) e della distribuzione dei prodotti finiti (movimentazione, stoccaggio, trasporto, imballo, spedizione, assistenza) con l'obiettivo di garantire un elevato livello di servizio ai clienti, fornendo prodotti di alta qualità, con rapidi tempi di risposta e a costi contenuti.

Uno dei ruoli fondamentali è ricoperto dal magazzino e dalla sua gestione in quanto vero e proprio cuore pulsante di un'azienda. Il magazzino è il luogo fisico dove si contengono le scorte dei materiali e ha tra le varie funzioni quella di smorzare le irregolarità dei consumi e dei ricevimenti, di ottenere flessibilità rispetto alle variazioni del mix produttivo e dei volumi, di agevolare la distribuzione e i trasporti. I magazzini tuttavia significano capitali immobilizzati e soggetti ad un progressivo deprezzamento e deterioramento: ottimizzare gli elementi che caratterizzano un magazzino, da quelli progettuali (layout, mappatura, flussi) a quelli gestionali e organizzativi (politiche di approvvigionamento, ottimizzazione del livello delle scorte), è pertanto un'attività cruciale per evitare un'immobilizzazione di capitale eccessiva, un'ottimizzazione degli spazi e un taglio dei costi per la sua gestione, ma anche la soddisfazione del cliente finale [3].

In questo elaborato ci si focalizzerà in particolare sui fattori progettuali del magazzino analizzando come la staticità di questi elementi rispetto al cambiamento delle dinamiche aziendali possa portare a contesti problematici sia in termini gestionali che economici. Il magazzino materie prime dello stabilimento di Sandrigo (VI) di Fitt S.p.a. è di fatto operativo in un contesto caratterizzato da:

- Basso rapporto tra spazio occupato e spazio disponibile in termini di scaffalature, che comporta una serie di inefficienze tra cui lo stoccaggio di merce fuori dalle corsie ed un aumento della necessità di ricorrere a logisticherie esterne per lo stoccaggio del materiale in esubero.
- Aumento delle tariffe dal principale fornitore di logisticherie esterne.
- Flusso esterno di approvvigionamento del materiale ridondante.

Lo scopo dell'elaborato sarà quello di sopperire a tali deficit attraverso una modifica del layout e delle logiche dell'attuale magazzino. Un'operazione di re-layout ha il principale scopo di modificare un magazzino che con il passare del tempo ha maturato necessità diverse da quelle al momento della sua progettazione e che quindi non performa più in maniera ottimale. Si tratta di un'attività oltremodo caratterizzata da una serie di vincoli, uno tra tutti le dimensioni del magazzino o altri parametri strutturali, che possono complicare non di poco il problema, oltre al fatto che l'attuale stato dell'arte non presenta metodologie standardizzate che consentano di fronteggiare queste dinamiche poiché molti dipendenti dal singolo caso in esame. Con questo elaborato si è in aggiunta cercato di ricavare una procedura standard per il dimensionamento o re-layout di magazzini soggetti ad un contesto simile a quello che verrà analizzato.

La tesi è stata strutturata in quattro capitoli:

- Capitolo 1: Presenterà brevemente l'azienda, in particolare verranno descritti i prodotti e i processi principali, la storia e le sedi di Fitt.
- Capitolo 2: Verranno esposti alcuni concetti di teoria sulla logistica industriale ritenuti necessari per la comprensione del testo.
- Capitolo 3: Descriverà lo stato As-Is del magazzino granuli, ossia la situazione così come si presenta al momento dell'analisi. Verranno descritti i flussi interni ed esterni coinvolti, il funzionamento del magazzino, il layout, le logiche e le mappature; verranno rappresentate le criticità attraverso gli indici di magazzino, gli attuali problemi, le loro cause e loro conseguenze sui processi.
- Capitolo 4: Descriverà lo stato To-Be del magazzino materie prime, ovvero la situazione che si verrà a creare una volta implementate le proposte di re-layout e di ottimizzazione, focalizzandosi sulle motivazioni che hanno portato ad una determinata scelta, sul dimensionamento e sulla mappatura, andando ad analizzare il loro impatto sullo stato As-Is, sui costi e sui potenziali saving economici.

1. FITT S.p.A.: L'AZIENDA, I PRODOTTI E I PROCESSI



Figura 1. 1 Il logo Fitt

In questo capitolo verrà brevemente presentata Fitt S.p.a., azienda leader nello sviluppo di soluzioni per il passaggio di fluidi per uso domestico, professionale e industriale dove il progetto di tesi ha avuto luogo. Sarà innanzitutto presentata la storia del marchio e successivamente descritti i prodotti e i

processi principali, per poi concludere il capitolo con una breve presentazione delle varie sedi dell'azienda in Europa.

1.1 STORIA DELL'AZIENDA

FITT viene fondata nel 1969 a Fara Vicentino (VI) da Rinaldo Mezzalira che riuscì a sfruttare una nuova esigenza del mercato: il passaggio dall'utilizzo di tubi in acciaio per uso domestico all'utilizzo di tubi in materiali plastici, molto più economici. Nel 1995 Fitt espande il proprio mercato inaugurando una nuova sede a Sandrigo, l'attuale headquarter dell'azienda, dedicandosi alla realizzazione del tubo giardino raggiungendo tra gli anni '70 e '90 la leadership del mercato italiano e consolidando la propria presenza in quello europeo, fino ad affermarsi negli Stati Uniti, Australia e Giappone negli anni 2000. Attualmente la gestione dell'azienda è affidata ad Alessandro Mezzalira che dal 2007 guida il gruppo all'insegna della continuità, con un market-share raggiunto superiore al 60% in Italia e al 50% in Europa, un fatturato di gruppo nel 2016 pari a 217 milioni di euro e 850 persone operanti in 15 sedi produttive e commerciali [6].

1.2 I PRODOTTI

Fitt produce soluzioni per il passaggio di fluidi per una grande varietà di settori. In particolare la gamma di tubi si può dividere in tre divisioni principali:

- GARDEN: sistemi orientati all'irrigazione in ambiente domestico e le attività correlate all'aperto (terrazzo, giardino, orto, lavaggio auto e spazi esterni).
- INDUSTRIAL: soluzioni diversificate che si relazionano al mondo della piscina, delle applicazioni industriali, dell'agricoltura, fino all'enologia.

- **BUILDING:** soluzioni complete composte da tubazioni e accessori per le grandi opere infrastrutturali sotterranee (fognatura, acquedottistica), per costruzioni edili (scarico, grondaie) e per l'irrigazione in ambito agricolo.

Di seguito verranno brevemente descritte le principali famiglie di prodotti con una breve descrizione della loro funzione e delle caratteristiche di alcuni articoli ritenuti significativi [6].

1.2.1 GARDEN

Sistemi orientati all'irrigazione in ambiente domestico e le attività correlate all'aperto (terrazzo, giardino, orto, lavaggio auto e spazi esterni).



Figura 1. 2 Fitt YOYO

YOYO. YOYO si avvale di una formulazione e di una struttura rivoluzionaria, la cui composizione a base di elastomeri termoplastici, priva di PVC e senza ftalati fa di YOYO un tubo sicuro e di elevata qualità e idoneo anche per il contatto alimentare. Grazie alla sua struttura multistrato con doppio rinforzo tessile, YOYO

combina flessibilità e morbidezza con resistenza e durata nel tempo. L'intero processo produttivo di YOYO si avvale di macchinari progettati appositamente per la realizzazione di questo tubo realizzato interamente con il sigillo Made in Italy.

NTS. Il sistema NTS® (No Torsion System) di FITT innova il rinforzo del tubo giardinaggio, grazie a un'esclusiva maglia elicoidale che garantisce stabilità senza alcuna dilatazione, annullando, sotto l'effetto della pressione, la torsione del tubo e la formazione di nodi e strozzature, così da assicurare sempre il flusso dell'acqua.

Si riportano di seguito alcuni tra la vasta gamma di prodotti NTS.



Figura 1. 3 NTS Jeans

NTS Jeans. Tubo da giardino la cui magliatura NTS® impedisce la formazione di pieghe e strozzature durante l'uso rendendo il tubo flessibile, maneggevole e facile da utilizzare. Il tubo è costituito da una struttura a cinque strati con copertura esterna trasparente di colore blu intenso con due righe bianche, rinforzo tessile NTS, strato intermedio di sostegno azzurro,

strato nero anti-alga, interno protettivo azzurro. Strato esterno con speciale formulazione anti UV che previene l'invecchiamento del tubo.



Figura 1. 4 NTS Toby

NTS Toby. Applicazioni del tutto simili al precedente con struttura a cinque strati con copertura esterna di colore giallo con due righe verdi, rinforzo tessile NTS, strato nero anti-alga, interno con pellicola trasparente protettiva. Strato esterno con speciale formulazione anti UV che previene l'invecchiamento del tubo.

NTS Plus. La tecnologia NTS® Plus è caratterizzata da un doppio rinforzo a maglia elicoidale che garantisce un'elevata resistenza alla pressione e alla dilatazione del tubo, per una durata e flessibilità superiori ad un tradizionale NTS, anche nelle condizioni di utilizzo più estreme.



Figura 1. 5 NTS+ Masterpiece

NTS Plus Masterpiece. Tubo da giardino robusto idoneo per uso professionale. La doppia magliatura NTS® impedisce la formazione di pieghe e strozzature durante l'uso garantendo una resistenza superiore alla pressione e alla dilatazione anche in condizioni d'utilizzo estreme. L'impiego di componenti privi di bario-cadmio-piombo e di plastificanti di elevata qualità, assicura flessibilità e malleabilità superiori che si traducono per l'utilizzatore in una estrema maneggevolezza. Strato nero interno di protezione anti-alga che impedisce la formazione di microorganismi.

Microlights. Il sistema brevettato Microlights® Technology dona al tubo un effetto scintillante, grazie a delle minuscole particelle di alluminio amalgamate direttamente nella mescola di PVC di cui è composta la superficie del tubo. Intervendo sulla dimensione e sulla percentuale di tali particelle si può ottenere una gamma molto vasta per tonalità e gradi di brillantezza.



Figura 1. 6 NTS Shine Black

NTS Shine Black. All'effetto estetico si accompagnano prestazioni superiori: il rinforzo tessile NTS® elimina i comuni problemi tipici del tubo da giardinaggio, come pieghe, nodi, strozzature e poca costanza nel flusso d'acqua; NTS® Shine risulta così maneggevole, resistente e facile da usare. Copertura esterna nero brillante.

Polyfusion. Un processo di raccordatura esclusivo che garantisce l'assoluta tenuta tubo-raccordo eliminando la possibilità di rotture o perdite d'acqua, offrendo continuità di superficie ed evitando il tipico scalino che si crea quando si impiegano colla e fascette. Grazie alla tecnica della polifusione, il tubo *Aspirflex*® consente di prelevare acque e liquidi senza perdite e in assoluta sicurezza.



Figura 1. 7 Fitt Aspirflex

Aspirflex. È un tubo d'aspirazione con sistema brevettato di raccordatura a tenuta 100%. Grazie al procedimento della polifusione tra tubo e raccordo, si elimina qualsiasi possibilità di rottura o di perdite d'acqua. È un tubo spiralato di colore verde con attacchi e filtro d'aspirazione in plastica.



Figura 1. 8 Fitt DTS

DTS. L'esclusivo sistema DTS® (Double Thick System), è una tecnica del tutto innovativa, grazie alla quale lo spessore del tubo raddoppia alle due estremità, conferendo al prodotto caratteristiche paragonabili a quelle dei tubi di media o alta gamma. Il tubo si dimostra così ideale per l'utilizzo di raccordi automatici in totale sicurezza, con la garanzia di un

collegamento ermetico e di una tenuta perfetta. Il tubo è costituito da una copertura esterna trasparente di colore verde, rinforzo tessile retinato, interno nero anti-alga.

Magliati Tricot. Tubi per l'irrigazione con rinforzo tessile ed alta tenacità. Il rinforzo in poliestere viene intrecciato con macchine tessili adatte, fino a formare una maglia, composta da catene che a differenza di un tradizionale NTS si evolvono parallelamente all'asse del tubo. Grazie a questa caratteristica questi tubi risultano particolarmente malleabili e flessibili. La loro struttura permette una maggiore flessibilità, maneggevolezza e resistenza agli schiacciamenti.



Figura 1. 9 Fitt Top Mat

Top Mat. Tubo da giardino magliato per un uso hobbistico. Presenta una copertura esterna di colore giallo coprente con una riga blu chiaro, rinforzo magliato, strato nero anti-alga.

Rinforzo Tessile. Tubi da irrigazione con rinforzo retinato tessile in poliestere ad alta tenacità. Ideali per tutti quegli impieghi dove sono richieste prestazioni anche con

resistenze a pressioni elevate. Il rinforzo tessile permette al tubo di sopportare la pressione evitando rigonfiamenti ed è anche la caratteristica che contribuisce a migliorare le prestazioni del tubo. Il tubo retinato ha il principale vantaggio di mantenere intatto il suo diametro nel tempo, quindi non permettere nessuna dilatazione. A differenza di un tradizionale NTS, la retinatura non è disposta a maglie ma viene intrecciata lungo la superficie del tubo.



Figura 1. 10 Fitt Toby Green

Tobby Green. Tubo da giardino retinato e rinforzato per un uso semi-professionale. Il tubo è formato da una copertura esterna trasparente di colore verde brillante con una riga rossa, rinforzo tessile retinato, interno verde.

Monostrato. Tubi irrigazione realizzati con un unico strato senza rinforzo. Ideali per tutti gli usi ove non è richiesta la resistenza alla pressione.



Figura 1. 11 Tubo Antigelo

Antigelo. Tubo monostrato particolarmente adatto per temperature rigide.



Figura 1. 12 Fitt Livelle

Livelle. Tubo monostrato trasparente con la funzione di misuratore di livello, ideale per la rilevazione della differenza di livello tra due punti collocati ad altezze differenti secondo il principio dei vasi comunicanti.

Tubi per applicazioni speciali. Oltre alla gamma completa di tubi destinati all'irrigazione domestica e professionale, FITT® propone una serie di prodotti in grado di completare le esigenze di irrigazione del giardino.



Figura 1. 13 Fitt Ecodrop

Ecodrop. Tubo microporoso nero che trasuda acqua uniformemente e lentamente, attraverso una serie di piccoli fori. Utilizzato interrato o in superficie è indicato nell'irrigazione localizzata di orti e giardini (siepi, cespugli, aiuole o tappeti erbosi) permettendo elevati risparmi d'acqua rispetto ai sistemi tradizionali di irrigazione.



Figura 1. 14 Fitt Pluvio

Pluvio. Manichetta verde a tre vie microforata per irrigazione in orti e giardini, con ampia portata, per un uso semi-professionale. Garantisce irrigazione a pioggia uniforme nebulizzata e può essere utilizzata per irrorazione o per impregnamento.

1.2.2 INDUSTRIAL

FITT progetta, produce e commercializza soluzioni per la gestione dei fluidi dedicate alle esigenze professionali del mondo dell'industria. Con tubi e tubazioni professionali per l'industria dedicate alla aspirazione, compressione, conduzione ed adduzione dei fluidi – liquidi, gas, aeriformi e granulari- per tutte le applicazioni industriali, le soluzioni FITT sono studiate e realizzate per garantire la massima prestazione in termini di durata, performance ed up-time di impianti, macchinari e linee produttive [6].

Aria e ventilazione. Prodotti per passaggio aria in pressione e non.



Figura 1. 15 Fitt Lightflex

Lightflex. Tubo per aspirazione e passaggio aria, polveri, segature e trucioli. Indicato anche per lo scarico delle condense nel condizionamento e nella protezione di cavidotti in rame negli impianti gas. Tubo spiralato in PVC dotato di spirale di rinforzo in PVC rigido anti-urto.



Figura 1. 16 Reffitex Cristallo

Reffitex Cristallo. Tubo con rinforzo tessile per passaggio di liquidi alimentari in pressione. Tubo flessibile in PVC con rinforzo tessile.

Agricoltura. Passaggio liquidi, mandata aria, distribuzione anticrittogamici, pesticidi e fertilizzanti fino a 20 bar.



Figura 1. 17 Fitt Agrofex UV-R HD

Agrofex UV-R HD. Tubo per l'impiego in agricoltura, ideale per il montaggio su macchine seminatrici, spargiconcime e spargiliquami. Tubo in PVC con elevata stabilità ai raggi UV e ottima flessibilità.



Figura 1. 18 Fitt Aliflex LD

Aliflex LD. Tubo per aspirazione e mandata in bassa pressione di liquidi alimentari. Tubo spiralato in PVC liscio internamente e corrugato esternamente.



Figura 1. 19 Hiflat LD

Hiflat LD. Manichetta piatta in PVC con rinforzo tessile per passaggio di fluidi in pressione fino a 4 bar di esercizio, utilizzabile fino a medio/alte temperature in agricoltura e per impieghi non particolarmente gravosi.

Tubi per liquidi alimentari. Aspirazione e mandata prodotti e liquidi alimentari



Figura 1. 20 Fitt Metaflex

Metaflex. Tubo per aspirazione e passaggio liquidi. Tubo spiralato in PVC con spirale in acciaio armonico zincato liscio internamente ed esternamente.



Figura 1. 21 Cristallo Extra

Cristallo Extra. Tubo per passaggio di liquidi alimentari non in pressione. Tubo flessibile in PVC non rinforzato.



Enoflex. Tubo senza ftalati per aspirazione e mandata di liquidi alimentari senza contenuto di grassi e bevande con tenore alcolico fino a 50°. Tubo flessibile in PVC plastificato con spirale di rinforzo in PVC rigido anti urto.

Figura 1. 22 Fitt Enoflex

Materiali abrasivi. Aspirazione di polveri e prodotti alimentari con proprietà anti abrasive.



Multiflex PU. Tubo per aspirazione e mandata di materiali abrasivi in tutti gli impieghi medio pesanti dell'industria in genere. Tubo spiralato in PVC e strato interno in PU a base estere.

Figura 1. 23 Fitt Multiflex PU



Bravo. Tubo per passaggio acqua. Indicato in cantieristica ed edilizia per la sua robustezza e resistenza all'abrasione, agli agenti atmosferici e agli oli. Tubo flessibile in PVC con rinforzo tessile.

Figura 1. 24 Fitt Bravo

Piscina e spa. Aspirazione e mandata di acqua per il ricircolo dell'acqua nelle piscine interrate e vasche idromassaggio.

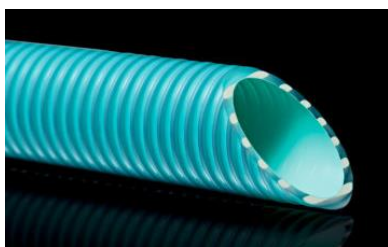


Figura 1. 25 Fitt B-Active

FITT B-Active. Tubo spiralato idoneo per gli impianti interrati in pressione di piscine e vasche idromassaggio. Tubo in PVC plastificato strutturato con una spirale in PVC rigido di rinforzo (D-Shape) contro lo schiacciamento. La spirale è rivestita da una speciale pellicola brevettata (Spiral Protection

Barrier) che conferisce al tubo proprietà anti cracking. La pellicola (Chlorine Defence System) in materiale speciale è posta internamente per proteggere il tubo dal cloro e dall'ambiente acido che ne deriva.



Figura 1. 26 Fitt Idroflex

Idroflex. Tubo per impianti di alimentazione di vasche idromassaggio e piscine. Tubo spiralato in PVC liscio internamente ed esternamente.

Gas e ossigeno. Mandata gas e ossigeno-acetilene per saldatori ed apparecchiature da tagli e impianti domestici.



Figura 1. 27 Refittex gas gpl

Refittex gas gpl. Tubo per mandata gas GPL. Studiato in particolare per collegamento bombola ed apparecchiature domestiche, fornelli, lampade a gas e radiatori da esterno. Tubo flessibile in PVC con rinforzo tessile.

Passaggio lubrificanti. Aspirazione e mandata lubrificanti per impieghi industriali.



Figura 1. 28 Fitt Oilfelx

Oilflex. Tubo per aspirazione e mandata di idrocarburi non aromatici. Particolarmente indicato per il travaso da autocisterne e serbatoi di stoccaggio. Tubo flessibile in PVC plastificato e gomma con spirale di rinforzo in PVC rigido antiurto e interno liscio.

Applicazioni domestiche. Prodotti per uso domestico.



Figura 1. 29 Fitt Aquarium

Aquarium. Tubo per il passaggio di acqua ideale per utilizzo in acquari di tutte le dimensioni. Tubo flessibile in PVC monostrato.

1.2.3 BUILDING

FITT progetta, produce e commercializza soluzioni – tubi, tubazioni e condotte – per la gestione dei fluidi dedicate alle esigenze professionali del mondo dell’edilizia, pubblica e privata, delle opere di ingegneria e delle infrastrutture [6].

Fognatura. Tubi per fognatura e scarichi industriali interrati e fuori terra di acque bianche e meteoriche non in pressione.



Figura 1. 30 Fitt Sewer EVO

FITT Sewer EVO. FITT Sewer EVO è l'innovativo sistema per fognatura e scarichi industriali non in pressione composto dal tubo in PVC e dalla guarnizione integrata inamovibile Sewer Lock. Tale sistema di giunzione assicura l'assoluta inamovibilità della guarnizione, garantendo prestazioni superiori rispetto ai normali tubi per le reti fognarie disponibili in commercio. Il tubo FITT Sewer EVO utilizza il sistema di giunzione a bicchiere con guarnizione pre-inserita meccanicamente a caldo durante la fase di formazione del bicchiere: la guarnizione Sewer Lock è composta da un elemento di tenuta in materiale elastomerico co-stampato con un anello di irrigidimento in polipropilene fibrorinforzato. Il processo di bicchieratura prevede la formazione del bicchiere direttamente sul mandrino e sulla guarnizione eliminando le tolleranze, comunemente riscontrate nei prodotti standard, tra la guarnizione e la sua sede e garantendo la stabilità dell'anello. Il tubo FITT Sewer EVO semplifica in modo significativo le attività di installazione rispetto al sistema tradizionale, eliminando la posa della guarnizione nel bicchiere, riducendo la forza da imprimere per effettuare l'inserimento e garantendo un esito del collaudo sempre positivo.

Acquedottistica. Tubi per trasporto fluidi in pressione, scarichi civili ed industriali ad alte e basse temperature.



Figura 1. 31 Fitt Bluforce

Fitt Bluforce. Grazie all'innovativa miscela in PVC-A, Fitt Bluforce offre massima resistenza, permettendo un significativo abbattimento degli interventi di manutenzione dell'opera finita e quindi l'utilizzo dell'infrastruttura in totale sicurezza. L'elevata duttilità e resistenza di FITT Bluforce è testata dal C-Ring Test un test di laboratorio, previsto dalla normativa di riferimento, che riproduce esattamente le reali condizioni di esercizio del tubo in cantiere. Il PVC-A è costituito da due composti principali: il PVC-U ed il Cloruro di Polietilene (CPE) e racchiude in sé la resistenza del primo e la duttilità del secondo. Grazie alla combinazione di queste due caratteristiche il tubo è in grado di offrire

un'elevatissima resistenza alla propagazione della cricca che rappresenta la principale causa di rottura durante l'esercizio delle reti in pressione. Alle caratteristiche superiori dei materiali costitutivi, FITT Bluforce unisce prestazioni funzionali elevate grazie ad un esclusivo sistema di giunzione a bicchiere con guarnizione pre-inserita meccanicamente a caldo durante la fase di formazione del bicchiere.

Passaggio cavi. Tubi per drenaggio, protezione cavi elettrici, telefonici e passacavo.



Figura 1. 32 Fitt Rollcable

Rollcable. Tubo corrugato a doppia parete tipo normale di colore rosso esternamente e nero internamente. È resistente allo schiacciamento per l'installazione sotterranea e stabile ai raggi UV

1.3 I PROCESSI

Per la realizzazione dei propri prodotti Fitt ricorre a due processi principali: la granulazione del PVC e l'estrusione per il prodotto finale.

Il processo di granulazione. È il processo che trasforma la resina di PVC nei granuli che verranno lavorati per realizzare il prodotto finale. Il compound di PVC viene realizzato a partire da tre materie prime fondamentali che vengono conservate su dei silos: la resina di PVC, il carbonato di calcio CaCO_3 e gli additivi plastificanti. Attraverso dei canali ad aria compressa la resina di PVC e il carbonato di calcio



Figura 1. 33 Compound di PVC

vengono uniti per creare un miscela: il PVC è la materia prima fondamentale per la realizzazione del tubo, mentre il CaCO_3 ha sia la funzione di fornire sostegno al prodotto finale ma anche quello di risparmiare sulla percentuale della miscela visto il suo costo decisamente inferiore rispetto alla resina. La miscela, con l'aggiunta di coloranti, viene dunque aspirata verso un turbomiscelatore, le cui pale la riscaldano per frizione. Quando

questa raggiunge una temperatura di 55°C , vengono iniettati a pioggia gli additivi plastificanti. A circa 105°C la miscela è unificata e deve essere raffreddata per far sì

che essa non si separi nuovamente nelle sue parti originali. Ciò avviene tramite un raffreddamento ad acqua a 13°C che porta la mescola ad una temperatura di 45-50°C sotto forma di “dry blend” (polvere asciutta). La polvere di PVC viene quindi inviata ad un estrusore che la riscalda per attrito e che ne aspira i gas in eccesso. Dall’ estrusore escono “spaghetti” omogenei di compound di PVC a 150°C che vengono tagliati da lame apposite a forma di granulo. I granuli di PVC raggiungono quindi un letto mobile dove vengono raffreddati ad aria e inviati ai sacconi per la raccolta ed il loro confezionamento. La Figura 1.34 riassume questo processo.

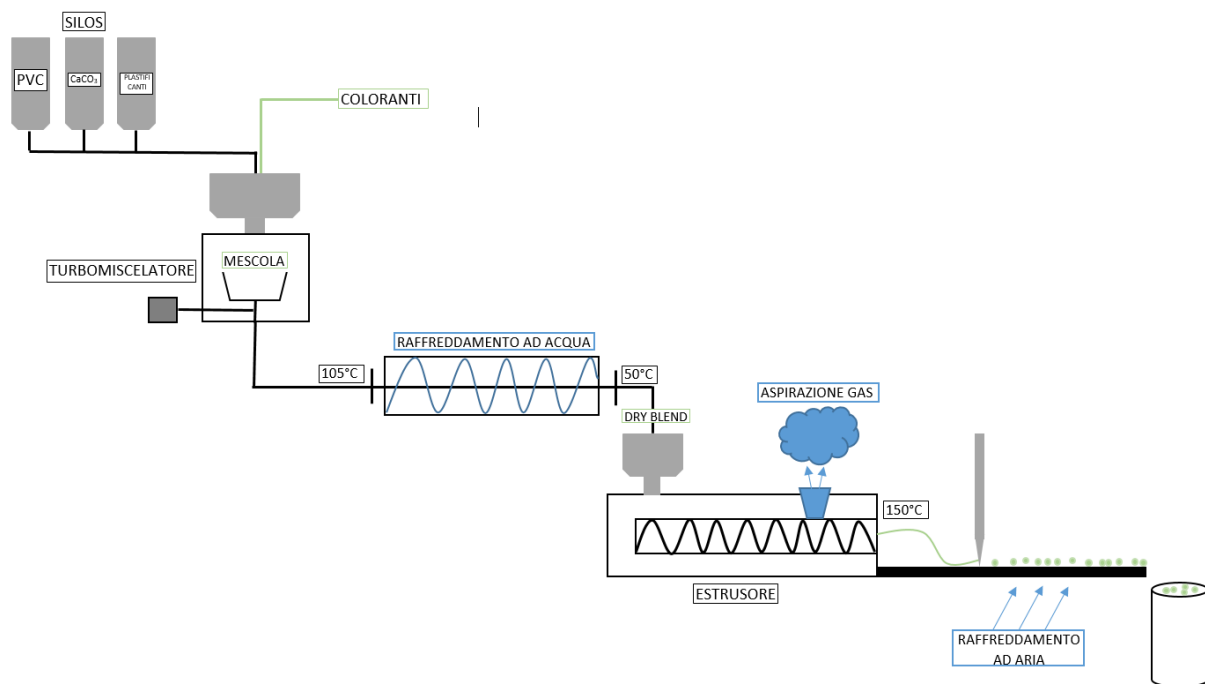


Figura 1. 34 Ciclo granulazione

È bene inoltre precisare che questo processo lavora a ciclo continuo per la maggior parte dell’anno. Fermare e ripartire un impianto di questo tipo farebbe infatti a sostenere costi elevatissimi per l’azienda.

Il processo di estrusione. È il procedimento di trasformazione delle materie plastiche attualmente più diffuso e impiegato prevalentemente per la produzione di manufatti continui come tubi, profilati, film sottili, rivestimenti continui, cavi e fili, ecc. Il corpo principale della macchina impiegata in questo processo, detta estrusore, è costituita da un cilindro entro il quale ruota una vite senza fine. Nella lavorazione, la mescola di PVC è immessa nella tramoggia nel cilindro, ove viene progressivamente riscaldata fino a fusione, anche per effetto del lavoro meccanico della vite stessa che ruotando la omogeneizza e la trasporta, sospingendola verso il foro d'uscita. Questo, detto stampo

o matrice, è sagomato secondo il profilo che si vuol dare al manufatto: può essere quindi a sezione piatta per la produzione di film o di laminati, a sezione di corona circolare per la produzione di tubi o film tubolari, a sezione elaborata per la produzione di profilati. All'uscita della matrice il prodotto viene raffreddato in modo che assuma definitivamente la forma voluta [8].

Nel caso specifico della produzione dei tubi Fitt magliati o retinati, il processo avviene in tre fasi successive:

1. Estrusione del sottostrato: estrusione della parte interna del tubo, ossia quella a contatto diretto con il fluido. È tipicamente costituito da granulo di colore nero.
2. Magliatura: processo attraverso il quale il sottostrato viene rinforzato dal rivestimento tessile. Ciò avviene grazie una macchina, detta spiratrice o magliatrice nel caso si tratti rispettivamente di tubo retinato o magliato, che alloggia le bobine di filato e le avvolge attorno al tubo all'uscita dell'estrusore. Ciò avviene grazie ad uno spartitore nel caso della spiratrice o tramite testa ad aghi nel caso di tubi magliati.



Figura 1. 35 Magliatrice

3. Estrusione della copertura: estrusione della parte visibile del tubo e a contatto con l'utente. Per questo è soggetto ad alta personalizzazione ed il granulo per la sua realizzazione è tipicamente di qualità superiore.



Figura 1. 36 Dettaglio di una linea di estrusione

1.4 LE SEDI

Il gruppo Fitt comprende ad oggi diversi stabilimenti in vari paesi d'Europa.

POLONIA. Partnership produttiva e centro logistico.

Wergrow. Sito produttivo che serve la divisione Garden. Produce tubo retinato, occupa una superficie di 12000 m² ed è dotato di un'area esterna di stoccaggio di con una capacità di 8000 posti pallet.

FRANCIA. Filiale commerciale, due stabilimenti produttivi e tre centri logistici.

Tricot. Stabilimento produttivo a 100 km da Parigi, Tricot produce tubi magliati, retinati e tubi trevie.

Grenay. Il centro logistico di Grenay (Lione) serve la divisione Building e Garden. Il sito ha una capacità di 9000 posti pallet, 19 baie di carico e occupa una superficie di 31000 m² di cui 10000 esterni.

SPAGNA. Filiale commerciale e centro logistico.

ITALIA. Headquarter, sei stabilimenti produttivi e sette centri logistici.

Sandrigo plant (Vicenza). Lo stabilimento di Sandrigo è l'Headquarter del gruppo oltre che sito produttivo per le divisioni Industrial e Garden. Produce tubo retinato, magliato ed estensibile YOYO.

San Pietro in Gu plant (Vicenza). Lo stabilimento di San Pietro in Gu è dedicato alla produzione di tubo tecnico, spiralato e tubi per alta pressione, quest'ultima realizzato in maniera completamente automatica.

San Pietro in Gu centro logistico (Vicenza). Fitt possiede un centro logistico automatizzato di oltre 80000 m² e 60000 posti pallet. Progettato in collaborazione con la Toyota, tale magazzino riceve materie prime, approvvigiona i vari plant produttivi e a pari modo immagazzina i prodotti finiti e li spedisce ai clienti.

Lugo e Fara (Vicenza). Gli stabilimenti di Fara e Lugo producono non solo tubo ma anche materia prima rifornendo tutte le sedi del gruppo. In particolare: la sede di Fara produce tubo rigido, tubo corrugato oltre a tonnellate l'anno di PVC & PE e composto vergine; occupa un'area di 12000 m² e un'area esterna di 90000 m². La sede di Lugo produce invece tubo tecnico, composto vergine e rigenerato oltre a possedere macchine per injection moulding per la produzione di selle portatubo, raccordi, curve ecc. I granulatori di queste sedi lavorano a ciclo continuo.

Monsanpolo del Tronto (Ascoli Piceno). Lo stabilimento serve le divisioni Industrial e Garden producendo tubi retinati, spiralati e porosi.

Occhiobello (Rovigo). Il sito serve la divisione Building producendo tubo rigido. Lo stabilimento è anche fornito di un'area esterna di 20000 m².

2. CENNI DI TEORIA: CLASSIFICAZIONE DEI MAGAZZINI, INDICI E OTTIMIZZAZIONE

Prima di esaminare lo stato As-Is si riprenderanno dei cenni di teoria, alcuni da [3], sulla logistica industriale ed in particolare sulle classificazioni dei magazzini e sugli indici caratteristiche che li descrivono, oltre ai fattori fondamentali che concorrono alla progettazione di un'area di stoccaggio.

2.1 CLASSIFICAZIONE DEI MAGAZZINI

Esistono tre tipi di classificazione dei magazzini:

- 1) Classificazione in base al modo in cui il prodotto è stoccato.
- 2) Classificazione in base al grado di automazione.
- 3) Classificazione in base al tipo di prodotto.

La prima categoria divide i magazzini in stoccaggio per:

- Unità di carico (Udc): fanno parte tutti quei magazzini che immagazzinano la merce attraverso pallet o contenitori adatti allo stoccaggio su scaffalatura e contenitori in plastica, oppure legno o casse metalliche adatte allo stoccaggio su ripiani o mensole. Definire l'udc adatta al magazzino è fondamentale per la progettazione dello stesso e per le necessità sia a monte (produzione) che a valle (clienti, trasporti). È anche necessario fare in modo che l'udc sia il più efficiente possibile in termini di saturazione superficiale e volumetrica rispetto alla locazione dello stoccaggio, nonché essere stabile e facilmente manipolabile dai mezzi di movimentazione.
- Colli: i prodotti vengono immagazzinati per pezzi sfusi o scatole di carta o plastica. Questo tipo di magazzino può essere sfruttato per prodotti di piccole dimensioni, in cui diventa conveniente raggrupparli in colli per facilitarne lo stoccaggio ed il prelievo.

- Materiali speciali: prodotti che in genere non possono essere immagazzinati in uno dei modi precedenti. Si può trattare per esempio di lamiere, cavi, bobine.

La seconda tipologia di classificazione riguarda il livello di automazione del magazzino. Si distinguono:

- Magazzini manuali: necessitano di un operatore specializzato per la movimentazione.
- Magazzini semi-automatici: combina operatori specializzati ed automazione.
- Magazzini automatici: il magazzino è gestito in maniera automatica attraverso l'utilizzo di traslo elevatori che tipicamente depositano/prelevano la merce in modo automatico interfacciandosi con delle baie di picking.

La terza e ultima classificazione riguarda la categoria di prodotto stoccato. Si possono distinguere tre categorie o combinazione delle stesse:

- Prodotto finito
- Semilavorati e parti
- Materie Prime

2.2 INDICI DI MAGAZZINO

I vari tipi di magazzini possono essere classificati in base a degli indici caratteristici che a tale scopo verranno di seguito descritti.

Indice di Saturazione Superficiale e Volumetrico. Sono indici di magazzino che ne specificano lo sfruttamento in termini di superficie e volume utile per lo stoccaggio.

Si calcolano pertanto con i seguenti rapporti:

$$I_{SAT}^{SUP} = \frac{\text{Superficie Utilizzata}}{\text{Superficie Totale}}$$

$$I_{SAT}^{VOL} = \frac{\text{Volume Utilizzato}}{\text{Volume Totale}}$$

Indice di selettività. E' un indice di magazzino rappresentabile dall'inverso delle movimentazioni necessarie per accedere ad una determinata referenza:

$$I_s = \frac{\text{Movimentazioni Utili}}{\text{Movimentazioni Totali}}$$

Per comprenderne al meglio il significato si consideri un esempio con due udc accatastate. È chiaro che se da un lato la referenza A è direttamente accessibile, per prelevare la referenza B è necessario prima spostare la referenza A. Pertanto per

prelevare A basterà una movimentazione, mentre per prelevare B serviranno due movimentazioni.

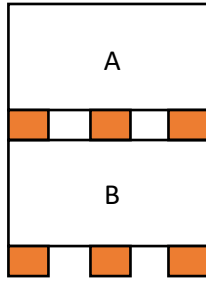


Figura 2. 1 Due
unità di carico
accatastate

Le movimentazioni totali per prelevare A e B nel tempo sono la media tra le movimentazioni per prelevare le due referenze singolarmente. L'indice di selettività sarà quindi:

$$I_s = \frac{1}{\frac{1+2}{2}} = \frac{1}{1,5}$$

Tuttavia il calcolo di tale indice si complica con un alto numero di udc, pertanto si preferisce usare un'approssimazione dell'indice di selettività esprimibile nel seguente modo:

$$I_s = \frac{M_u}{M_{TOT}} \approx \frac{UdC \text{ direttamente accessibili}}{Capacità Magazzino}$$

Riprendendo l'esempio di prima:

$$I_s = \frac{1}{2}$$

La selettività di un magazzino potrà quindi assumere valori compresi tra 0 e 1:

$$0 < I_s \leq 1$$

Se $I_s = 1$, allora sarà possibile accedere ad ogni singola unità di carico stoccata senza dover effettuare delle ulteriori movimentazioni su delle altre. Il classico esempio di magazzini a selettività unitaria sono quelli con scaffalature a semplice profondità.

Se $I_s < 1$, allora per poter accedere ad una particolare udc è necessario prima spostarne delle altre momentaneamente o in maniera permanente. Un esempio di scaffalatura con selettività inferiore a 1 sono gli scaffali di tipo drive-in.

È possibile a questo punto affermare che:

- Magazzini con un alto indice di selettività richiedono spazi più elevati e sono ottimali quando si hanno tutte referenze diverse e quando si deve rispettare una logica FIFO (First In First Out).

- Magazzini con un basso indice di selettività permettono di minimizzare lo spazio occupato dalle scaffalature accettando di compiere dei movimenti in più pur di compattare il layout del magazzino.

Indice di Movimentazione. Indica il numero di movimentazioni che sono state svolte per una determinata referenza nell'unità di tempo.

Indice di Accesso. Indica il numero di accessi effettuati per una referenza nell'unità di tempo in una determinata locazione del magazzino. Tale indice si calcola con il seguente rapporto:

$$I_A = \frac{I_M}{\bar{G}}$$

dove I_M è l'indice di movimentazione nell'unità di tempo e $\bar{G}$ è la giacenza media nel medesimo periodo.

Indice di Rotazione. Esprime il numero di volte in cui, in un certo periodo di tempo, la singola referenza si "rinnova" o "ruota" in magazzino. Un elevato indice di rotazione significa che le scorte ruotano velocemente, viceversa un basso indice di rotazione significa che le scorte hanno una copertura più elevata e ruotano più lentamente. Nel caso che verrà esaminato l'indicatore si ottiene rapportando i consumi in un determinato periodo con lo stock medio a magazzino nello stesso periodo:

$$I_R = \frac{\text{Consumi}}{\text{Giacenza Media}}$$

Il reciproco dell'indice di rotazione prende il nome di "copertura":

$$\text{Copertura} = \frac{1}{I_R}$$

Per esempio, se il magazzino ruota 3 volte l'anno ($I_R=3$), le sue scorte copriranno un periodo di circa quattro mesi ($1/3$ dell'anno).

Indice di Saturazione delle scaffalature. Indica l'occupazione del magazzino in termini di posti pallet utilizzati rispetto ai posti pallet complessivamente disponibili all'interno dello stesso.

$$I_{SAT}^{SCAFF} = \frac{\text{Posti Pallet Occupati}}{\text{Capacità Magazzino}}$$

2.3 TIPOLOGIE DI MAGAZZINI MANUALI PER UNITA' DI CARICO

Ora che sono stati definiti i principali indici che caratterizzano un magazzino, è possibile classificarne le varie tipologie. In particolare è possibile realizzare la seguente matrice mettendo in relazione l'indice di selettività I_S e l'indice di accesso I_A .

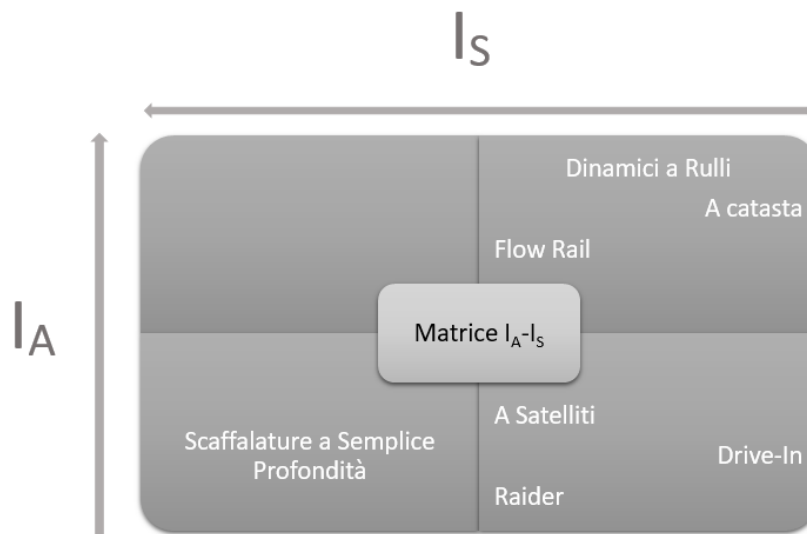


Figura 2. 2 Matrice Indice di accesso - Indice di selettività

Leggendo la matrice si può affermare che i magazzini per unità di carico si dividono in:

- Magazzini senza scaffalature: A catasta (alto I_A , basso I_S)
- Magazzini con scaffalature:
 1. Drive-in (basso I_A , basso I_S)
 2. Con logica a tunnel: dinamici a rulli, flow rail, satelliti, raider
 3. A semplice profondità (basso I_A , alto I_S)

Magazzino a catasta. Un magazzino a catasta immagazzina la merce disponendola una sopra l'altra. Tipicamente è utilizzato per materiali che a causa delle loro dimensioni, geometrie o materiali non si riescono a stoccare in un tradizionale magazzino. Un esempio è l'area di stoccaggio della sede di Fara: producendo tubo

rigido con diametri anche superiori al metro, i tubi vengono accatastati e disposti secondo particolari logiche di mappatura.



Figura 2. 3 Materiale stoccato a catasta

Magazzino dinamico a rulli. Un magazzino dinamico a rulli è un magazzino con logica a tunnel formato da scaffalature in pendenza dotate di rulli non motorizzati. Le udce vengono inserite di punta all'entrata del tunnel/ripiano per poi scendere per gravità ed essere frenate da dei rulli frenanti (alternati ai rulli liberi) e dagli attriti laterali fino a fermarsi all'uscita del tunnel o prima di un'altra unità di carico. Ogni tunnel/ripiano contiene tipicamente lo stesso codice ed molto usato per il fine linea, baie di carico per spedizioni e in piccola scala per supermarket. Questo tipo di magazzino ha il vantaggio di poter sfruttare logiche particolari, come quella di accumulare in un tunnel dei prodotti per un determinato cliente, e poiché la prima unità di carico inserita è la prima disponibile per il prelievo questa soluzione è perfetta per logiche FIFO (First In First Out). È tuttavia una soluzione costosa a causa dei rulli che sono tipicamente in acciaio (300-500 €/porta pallet); inoltre non funziona bene con prodotti di peso diverso dal momento che si dovrebbero tarare in maniera diversa i rulli frenanti e si ha gioco forza una perdita di volume a causa della pendenza dei ripiani.



Figura 2. 4 Magazzino a gravità

Magazzino flow rail. Il magazzino flow-rail è una soluzione per lo stoccaggio a tunnel nel quale in ciascuno ripiano lo spostamento delle singole unità di carico avviene mediante l'utilizzo di meccanismi a catena dentata. Il pallet viene inserito di lato spingendo verso il fondo il bancale o verso i bancali già presenti nel tunnel; a quel punto la catena gira creando spazio per il pallet che si sta inserendo. Per l'estrazione il procedimento è il medesimo: si inforca il pallet, lo si sfila e mentre si fa ciò la catena scorre e porta avanti di una posizione le altre unità di carico. Essendo una logica a tunnel, ogni canale consente la gestione di una referenza differente. Il flow-rail è un magazzino affidabile ed economico (70 €/porta pallet) ma a differenza di un magazzino con scaffalature a rulli, presenta un solo fronte sia per il carico che per lo scarico, per cui l'ultimo pallet introdotto è l'ultimo ad uscire (logica LIFO, Last In First Out). Inoltre il materiale deve essere leggero (massimo 300-500 kg) per far sì che la catena sia in grado di traslare tutte le unità di carico; i pallet vengono inoltre inseriti di lato ed è quindi necessario effettuare una ripresa da parte del carrellista.



Figura 2. 5 Scaffalatura flow rail

Magazzino a satelliti. Il magazzino a satelliti è un magazzino caratterizzato da una struttura in multi profondità in cui al di sotto di ogni corsia di stoccaggio si ricava un vano nel quale un satellite o shuttle può scorrere lungo tutto il piano. Lo shuttle è dotato di ruote, è forcabile da un tradizionale carrello manuale ed è guidato da sensori; può essere inoltre dotato di sistemi di sollevamento per non avere problemi di collisione contro lo shuttle durante l'inforcamento. Tale magazzino funziona come segue: si appoggia il bancale nella corsia, si prende la navetta e la si posiziona sotto al pallet; lo shuttle solleva di poco il pallet e lo porta nella posizione più in fondo e a quel punto la

navetta torna indietro mentre il carrellista è andato a caricare dell'altro. Questo tipo di magazzino è caratterizzato da una serie di vantaggi:

- Possibilità di scegliere il numero di navette in base alla potenzialità (numero di unità di carico che deve contenere il magazzino in fase di progettazione).
- Navetta e carrellista lavorano in parallelo: mentre lo shuttle sta estraendo del materiale, il carrellista può fare dell'altro.
- Elevata flessibilità.
- Buon sfruttamento dei volumi (indice volumetrico).
- Semplicità di funzionamento.
- Non ci sono problemi legati alla varietà di peso.
- Shuttle ricaricabili.

I problemi legati all'adozione di questa soluzione sono:

- Costo elevato (€/porta pallet a cui si somma il costo per i satelliti).
- Vincoli laterali: non ci sono problemi di profondità ma la larghezza è vincolata.
- Quando si raggiungono altezze elevate devono essere presenti dei sensori di sicurezza.
- Logica LIFO.
- Perdita di volumetria a causa del vano per allocare lo shuttle.
- Pallet inseriti di lato.



Figura 2. 6 Scaffalatura a satelliti

Magazzino raider. È un magazzino automatico con logica a tunnel che rappresenta l'evoluzione automatizzata del magazzino a satelliti. Il sistema è caratterizzato da una macchina esterna che trasla di fronte alle corsie e che alloggia uno shuttle. Lo shuttle entra nelle corsie e può prelevare i bancali da entrambe le parti attraverso un unico corridoio. A differenza del magazzino a satelliti, le movimentazioni sono fatte dal raider; mentre il satellite lavora in ombra dell'operatore, con il raider non è possibile lavorare in parallelo. Una soluzione di questo tipo permette l'utilizzo di automazione a costi non troppo elevati (150 €/porta pallet) ma comporta una perdita di spazio a causa dello shuttle, a differenza del raider in cui non vi è perdita di spazio perché è brevettato con guide particolari. Il raider è tuttavia più lento di un magazzino a satelliti.

Scaffalature a semplice profondità. Rappresenta la forma più comune e semplice di un magazzino poiché costituito da travi orizzontali inseriti su dei montanti verticali su cui i bancali vengono inseriti di punta. Le udc vengono collocate in semplice profondità e pertanto la selettività del magazzino è unitaria. La lunghezza della campata deve essere scelta in modo accurato ma tipicamente si sceglie di alloggiare tre bancali per ripiano. È un magazzino semplice da realizzare ed economico (30 €/porta pallet) ma è gioco forza soggetto ad un basso sfruttamento superficiale a causa dello spazio necessario per realizzare le corsie, le cui dimensioni dipendono anche dal tipo di carrello elevatore utilizzato. Questo magazzino presenta inoltre un problema legato al raggiungimento di altezze troppo elevate: non si può eccessivamente elevare questo magazzino poiché le velocità di sollevamento sarebbero troppo basse e a causa della mancanza di visibilità da parte degli operatori.



Figura 2. 7 Magazzino a semplice profondità

Magazzino compattabile. Le scaffalature compattabili sono un particolare tipo di scaffalatura che si impiega quando è prioritario lo sfruttamento intensivo dei volumi, in situazioni dove non è possibile o conveniente impiegare magazzini ad alto sviluppo verticale con traslo elevatori. Ogni fronte di scaffalatura è montato su un "carrellone" che trasla, azionato da un motore elettrico, ortogonalmente rispetto alla lunghezza dello scaffale unitamente a tutti, o parte, degli altri fronti di scaffale che formano il magazzino; i fronti scaffale si muovono in modo da lasciare libero un solo corridoio di manovra. Si deve evidenziare che il tempo per lo spostamento dei carrelli mobili per rendere agibile il corridoio di manovra è abbastanza lungo, per questo motivo i magazzini compattabili sono poco adatti a situazioni con traffico elevato e soprattutto con picking intenso. Le scaffalature montate sui "carrelloni" sono tipicamente delle scaffalature porta pallet. La movimentazione dei carichi è abitualmente effettuata con carrelli elevatori frontali o retrattili, ma si può talvolta prevedere anche l'utilizzo di carrelli trilaterali. Una particolare attenzione deve essere posta nel definire come realizzare le rotaie di scorrimento, in particolare se si pensa di incassarle nel pavimento oppure no. Una soluzione di questo tipo è piuttosto costosa e deve essere studiata con attenzione [7].



Figura 2. 8 Magazzino compattabile

Magazzino drive-in. Gli scaffali drive in sono un diffuso sistema di stoccaggio adatto all'immagazzinamento di unità di carico pallettizzate relative a referenze che sono presenti in magazzino in quantità rilevanti. La scaffalatura drive-in sfrutta la logica a

tunnel e si basa sostanzialmente sull'impiego di strutture a mensole, il che lo rende una soluzione economica (50 €/porta pallet) e piuttosto semplice da realizzare. Quando l'operatore deve depositare un'udc, egli entra nel tunnel (da cui il termine drive-in) e la deposita sulla postazione più in fondo possibile, pertanto la logica di prelievo sarà quella del Last In First Out. L'indice di selettività di questo tipo di magazzino è molto basso dal momento che è possibile prelevare soltanto il bancale più esterno e non quelli dietro di esso lungo il tunnel. È necessario tenere presente che la movimentazione all'interno delle scaffalature è tanto più lenta quanto sono profondi i canali e numerosi i piani di stoccaggio. Un aspetto fondamentale è in ogni ripiano devono essere stoccate Unità di Carico della stessa referenza. Se così non fosse un determinato codice rischierebbe di rimanere dietro ad un codice diverso e quindi non prelevabile salvo rimuovere prima tutti i bancali davanti ad esso.

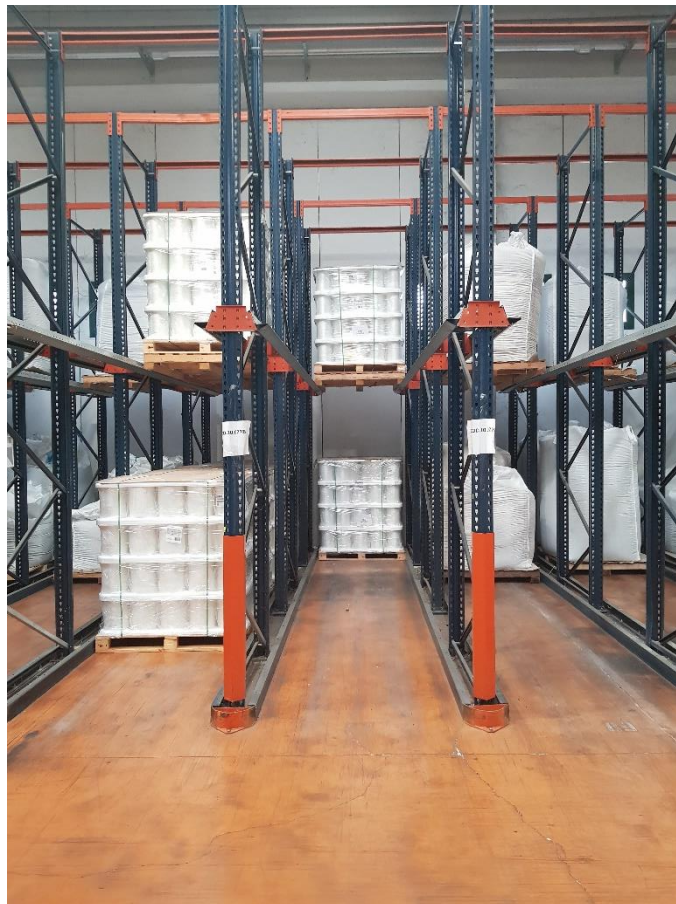


Figura 2. 9 Scaffalatura drive-in

2.4 LAYOUT, MAPPATURE E LOGICHE DI PERCORSO

Al fine di ottimizzare l'organizzazione di un magazzino dal punto di vista della logistica inbound, si utilizza un approccio integrato che agisce contemporaneamente su tre fattori:

1. Layout: la disposizione delle scaffalature e degli spazi.
2. Mappatura dei codici prodotto: la disposizione dei codici all'interno delle scaffalature.
3. Politiche di percorso: i percorsi che effettuano gli operatori per prelevare la merce.

2.4.1 LAYOUT

Il layout di un magazzino rappresenta la disposizione degli spazi e delle scaffalature. La definizione del layout è tipicamente un'attività progettuale che prende in considerazione una miscellanea di variabili. Tra le più importanti si citano:

- Capacità o Potenzialità di progetto: rappresenta il numero di unità di carico, colli o referenze che è in grado di contenere il magazzino.
- Ottimizzazione degli spazi e dei volumi: è uno degli obiettivi principali quando si progetta un layout. Bisogna a tal proposito tenere in considerazione le dimensioni dell'edificio, i punti di ingresso e uscita con le altre aree dell'azienda, il numero e la posizione dei corridoi per il passaggio dei carrellisti al fine di ottimizzarne il flusso.
- Il tipo di merce stoccata.
- Il tipo di scaffalatura più idonea e la sua progettazione in termini di capacità e dimensioni.
- Le risorse intese come il numero di operatori o carrelli.

In genere bisogna considerare i seguenti parametri:

- Dimensioni delle campate: bisogna individuare la l'altezza del vano e la larghezza della campata, o nel caso del drive-in le dimensioni dei tunnel, il quale dipende dalle dimensioni, dal peso delle udc e dal verso di inserimento dell'unità di carico.
- Larghezza delle corsie: è funzione dei carrelli elevatori utilizzati e del loro raggio di curvatura.

- La potenzialità ricettiva di progetto, ossia il numero di udc che devono essere necessariamente stoccate.

È possibile dunque definire le dimensioni del Modulo di Base, un modulo che verrà replicato N volte in base ai parametri di cui sopra. Si possono inoltre definire una serie di grandezze fondamentali

- Numero livelli o ripiani di stoccaggio, ossia il rapporto tra l'altezza utile di stoccaggio e l'altezza del vano.

$$N_L = \frac{\text{Altezza utile}}{\text{Altezza vano}}$$

- Numero di Moduli di Base che verranno ripetuti:

$$\text{Ripetizioni MdB} = \frac{\text{Larghezza disponibile}}{\text{Larghezza MdB}}$$

- Numero di campate:

$$N_{\text{campate}} = \frac{(\text{Profondità disponibile})}{\text{Lunghezza MdB}}$$

2.4.2 MAPPATURA DEI CODICI PRODOTTO

I criteri di mappatura di un magazzino indicano come disporre i materiali all'interno delle sue scaffalature. Esistono tre criteri principali:

1. Posizione fissa (Dedicated storage).
2. Gestione banalizzata (Random).
3. Gestione banalizzata per classi (Class based storage).

Dedicated Storage. Si basa sul principio per cui per una certa referenza si va a riservare una posizione fissa con una certa giacenza massima in linea con la natura di quel particolare codice. La mappatura si basa sull'indice di accesso I_A : alle referenze con alti indici di accesso verranno riservati i posti nel magazzino e nelle scaffalature più facilmente accessibili; al contrario, alle referenze con bassi indici di accesso verranno designate locazioni più scomode. Una soluzione di questo tipo permette agli operatori di ricordarsi la posizione delle varie aree oltre ad essere una soluzione che può essere sfruttata senza la necessità di un software di gestione. Tuttavia una mappatura a posizione fissa implica un'elevata capacità del magazzino dal momento che questa sarà la somma della giacenze massime per ciascuna referenza; è inoltre una

soluzione piuttosto disordinata che può portare ad elevati tempi di ricerca per prelevare le singole referenze.

Random. Si basa sul principio di disporre il materiale nel primo posto disponibile. E' una logica che funziona bene quando le referenze hanno indici di accesso simili, ma che necessita di un software per monitorare e registrare l'ubicazione dei vari codici. Un altro svantaggio è che possono verificarsi situazioni in cui dei codici basso rotanti vanno ad occupare postazione facilmente accessibili quando al contrario sarebbe ottimale riservare tali ubicazioni per referenza con accessi più elevati.

Random Class-Based Storage. Si basa sul principio di dividere le referenze del magazzino in classi di accesso, tipicamente due o

C	C	C	C
B	B	C	C
A	B	B	C
A	A	B	B

Figura 2. 10 Esempio di scaffalatura mappata per classi

tre: per esempio si può decidere che della classe A faranno parte quelle referenze con alti indici di accesso e quindi con tempi di accesso inferiori e che verranno pertanto disposte in locazioni facili da raggiungere; al contrario della classe C faranno parte quei codici con basso indice di accesso e quindi posizionati in zone più scomode. La Figura 2.10 illustra un esempio di scaffalatura mappata in tre classi. Per ciascuna classe il criterio è random: per esempio, una referenza di classe A può essere stoccata nella prima postazione disponibile

nell'area della classe corrispondente. La definizione delle varie classi avviene attraverso il principio di Pareto¹: per esempio il 20% delle giacenze è responsabile dell'80% degli accessi e per questo verrà collocato nella classe A. Il grande vantaggio di questo tipo di mappatura è quello di produrre vantaggi significativi solamente spostando la merce e senza quindi costi aggiuntivi.

2.4.3 LOGICHE DI PERCORSO

Rappresentano i percorsi che effettuano gli operatori per prelevare la merce con l'obiettivo di minimizzare i flussi in termini di tempo e spazio percorso. Le logiche di percorso dipendono dal layout del magazzino e dalla sua mappatura. In genere con una mappatura random si utilizza il criterio secondo cui si assegna la locazione

¹ **Principio di Pareto:** afferma che un ridotto numero di cause è responsabile della maggior parte degli effetti. La versione di tale principio più utilizzata è la 20/80: il 20% delle cause è responsabile dell'80% delle conseguenze.

disponibile che l'operatore riesce a raggiungere nel minor tempo possibile rispetto al punto di ingresso, nel caso invece di mappature dedicate o in presenza di picking², trovare la migliore logica di prelievo è sicuramente più complesso. Le soluzioni più comuni sono le seguenti:

1. Traversal
2. Return
3. Split traversal

Traversal. Con una la politica traversal (o politica dei sensi unici) l'operatore percorre tutta la corsia potendo prelevando da entrambe le parti. E' una soluzione che va in difficoltà con corridoi troppo lunghi e che necessita di un numero pari di corsie per evitare i viaggi a vuoto, ma risulta vantaggiosa con un numero elevato di corridoi (strutture larghe e poco profonde) grazie alla possibilità di saltarne alcune e ottenere risparmi di percorrenza.

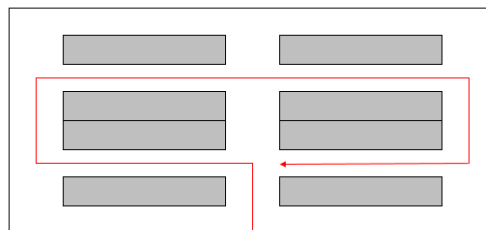


Figura 2. 11 Logica di percorso "traversal"

Return. L'operatore entra ed esce dalla stessa parte prelevando prima da un lato e poi dall'altro. È ideale per strutture profonde e poco larghe, ma presenta un rischio di intasamento nei corridoi centrali.

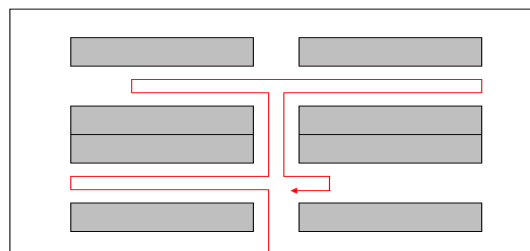


Figura 2. 12 Logica di percorso "return"

² Picking: operazione di prelievo dal magazzino di singoli componenti o prodotti finiti.

Split traversal. L'operatore effettua il doppio dei giri per ridurre i problemi di congestione sulle corsie.

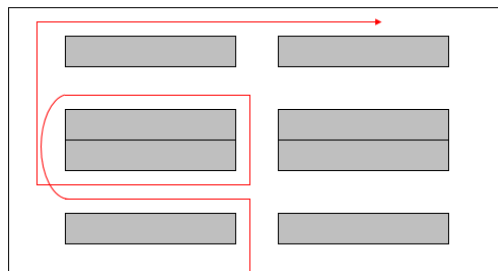


Figura 2. 13 Logica di percorso "split traversal"

3. LO STATO AS-IS

In questo capitolo verrà descritto nel dettaglio l'oggetto principale attorno a cui ruota il progetto di tesi, ovvero il magazzino materie prime del plant di Sandrigo, detto "magazzino granuli". In particolare verrà analizzato il suo stato AS-IS, ossia il contesto in cui si trova il magazzino al momento dell'analisi. Ne verranno descritte le caratteristiche, il funzionamento e i flussi interni dal punto di vista di movimentazioni fisiche del materiale e successivamente lo si descriverà attraverso i tre fattori che, come descritto nel Paragrafo 2.4, permettono di ottimizzare l'organizzazione di un magazzino dal punto di vista di logistica inbound: il layout, le politiche di percorso e la mappatura dei codici prodotto.

Verranno descritte le problematiche del magazzino, le loro cause e conseguenze e verrà infine effettuato un breve focus sui flussi esterni di approvvigionamento del magazzino.

3.1 FUNZIONE E CONTENUTO

Il magazzino granuli nasce nel 1995 insieme al plant Fitt di Sandrigo per lo stoccaggio della materia prima necessaria ad approvvigionare le linee di estrusione. Sono pertanto presenti due famiglie di materiali: il compound di PVC ed il filato.



Figura 3. 1 Unità di carico costituita dal big bag di granulo su pallet

Il compound di PVC, che è naturalmente il componente principale per la realizzazione del tubo, viene immagazzinato così come viene confezionato negli stabilimenti produttivi di Fara e Lugo, ossia in sacconi (o big bags) che contengono mediamente 1250 kg di compound PVC, sono alti 175 centimetri (pallet compreso) e che occupano riempiti completamente un volume di circa 2,3 m³. Per fornire un'indicazione in termini produttivi, si utilizzano in media 145 grammi per produrre un metro di tubo retinato e 175 grammi per produrre un

metro di tubo magliato. I sacconi di granulo vengono movimentati tramite pallet quadrati di 120x120 cm.

La seconda famiglia è quella del filato, che come descritto nel Paragrafo 1.2 ha la funzione di fornire resistenza al tubo retinato o magliato per garantire le prestazioni

di pressione del fluido all'uscita del tubo. Il filato viene acquistato da un fornitore e immagazzinato così come lui lo confeziona, ossia in pallet da 80x120 cm o 100x120 cm. Contengono in media 100 bobine per un peso totale di circa 500-600 kg e un volume complessivo di 1.1 m³.



Figura 3. 2 Unità di carico di filato



Figura 3. 3 Spole di filato

Nonostante questa distinzione il magazzino viene comunque denominato con l'appellativo “granuli” dal momento che la maggior parte della giacenza e dei consumi dipendono da tale famiglia. Basti pensare che il numero di codici di filato è circa l'8% rispetto ai codici granulo.

In base a quanto descritto nel Paragrafo 2.2, il magazzino granuli è inoltre un magazzino:

- Per unità di carico: i granuli sono stoccati per unità di carico mediante pallet quadrati della dimensione di 120x120cm (80x120 o 100x120cm per il filato).
- Manuale: le movimentazioni dei materiali vengono svolte da un team di carrellisti con il supporto del sistema informatico aziendale.
- Di materia prime: i granuli e il filato sono i componenti fondamentali per la realizzazione del prodotto finale.

3.2 I FLUSSI INTERNI

In questo paragrafo verrà descritto il flusso del granulo dalla sua ricezione nello stabilimento di Sandrigo fino allo stoccaggio del prodotto finito. A tal proposito si ricorda che:

- Lo stabilimento produttivo di Sandrigo riceve ed immagazzina i granuli nel drive-in per poi essere prelevati e mandati agli estrusori per la realizzazione del prodotto finito.
- Il polo logistico di San Pietro in Gu riceve i prodotti dai vari stabilimenti produttivi e spedisce granulo ai vari plant o prodotto finito ai clienti.
- Gli stabilimenti produttivi di Fara e Lugo realizzano il compound di PVC e lo spediscono al polo logistico.

In base ai piani di produzione i big bags provenienti da San Pietro in Gu vengono trasferiti a Sandrigo dove vengono scaricati in un piazzale per la ricezione merci. A quel punto l'operatore, che fa parte di una squadra di tre carrellisti manuali flessibili, legge tramite una pistola in radiofrequenza i codici a barre di tutti i sacconi, informando il sistema dell'entrata merce in modo che possa verificare la correttezza del trasferimento. Lo stato a sistema delle unità di carico passa così a "Ricezione Merci" (RM).

Successivamente il carrellista legge nuovamente il codice a barre del saccone in modo che il sistema possa restituirgli l'ubicazione nella quale depositare il pallet all'interno del magazzino granuli che, come verrà descritto nel Paragrafo 3.4, avviene secondo una logica random. L'operatore effettuerà quindi questa operazione per tutti i pallet scaricati.

A questo punto i big bags dovranno essere prelevati per essere trasformati in prodotto finito: per fare questo vengono utilizzate delle cosiddette "Stampe Granulo" (Figura 3.4) generate dal sistema gestionale in base agli ordini di produzione giornalieri. Tale documento contiene in primis il codice a barre che il carrellista legge per ottenere l'ubicazione del pallet da prelevare, ma anche informazioni riguardanti le quantità da versare, il codice del prodotto finito, il lotto d'ordine, il numero della linea di estrusione, ecc....

Linea 5001 Bat Flessibile 1		Ord.Schedulati fino al 01.08.2018	
Ordine	: 100423686	31.07.2018 02:15:00	
Mater.	: 70000.19450.24500REPITEX CRISTALLO TH 12,5X2 50m		
Q.tà Ord.	: 432 PZ	Q.tà res./ Q.tà TOT	Giacenza Mag.

P.L. 1099 1.156 / 1.156 KG		63 / 63 KG	PDL 1099 2.570 KG

P.L. 1099 1.156 / 1.156 KG		1.156 / 1.156 KG	PDL 1099 3.506 KG

P.L. 1099 1.156 / 1.156 KG		1.156 / 1.156 KG	PDL 1099 6.701 KG

Figura 3. 4 Esempio di "Stampa granulo"

Il granulo viene quindi prelevato dal magazzino e svuotato della quantità predefinita all'interno a dei sili. A quel punto una lancia viene agganciata a tali sili per aspirare il granulo che verrà rilasciato all'interno del tramoggia del cilindro dell'estrusore della linea corrispondente.



Figura 3. 6 Sili dentro cui viene versato il granulo



Figura 3. 5 Le lance aspirano il granulo dai sili e lo trasportano alle linee di estrusione

Come spiegato nel paragrafo 3.1, il magazzino granuli contiene anche il filato che creerà il rinforzo tessile del tubo. Il flusso è pressoché identico: il filato viene

trasferito a seconda dei fabbisogni dalla logistica a Sandrigo, viene stoccato nel magazzino granuli e una volta prelevato viene portato a piè di linea e montato nella magliatrice o spiratrice della corrispondente linea di estrusione.

Una volta che il semilavorato esce dall'estrusore, questo viene avvolto grazie ad un avvolgitore manuale, viene confezionato, imballato e depositato su un pallet. Una volta che questo ha raggiunto la quantità prevista, viene trasportato ad un imballatrice automatica per poi raggiungere un magazzino intermedio in attesa di essere trasferito al polo logistico di San Pietro in Gu. Il flusso interno del granulo è riassunto nella Figura 3.7.

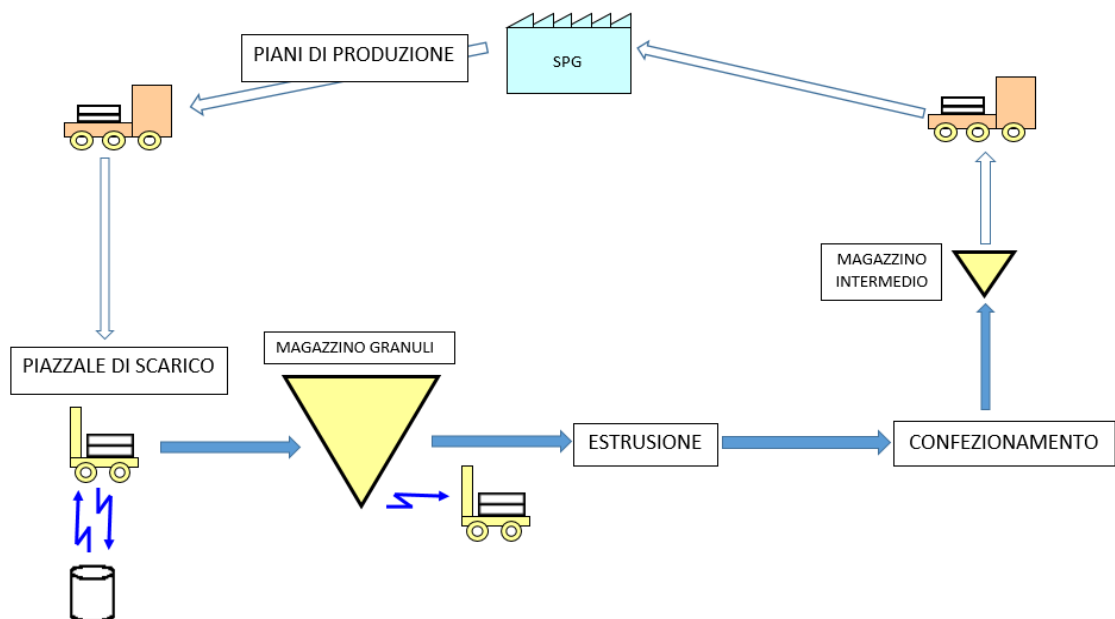


Figura 3. 7 Flusso inbound

Un'ultima precisazione va fatta sui carrelli elevatori utilizzati dall'azienda. Si utilizzano elevatori a forche frontali che riescono a raggiungere altezze di 5 metri. Sono facili da manovrare e veloci, ma poiché le unità di carico movimentate superano la tonnellata, i carrelli utilizzati sono più voluminosi di quelli tradizionali, con lo svantaggio di necessitare ampi corridoi di manovra: le corsie del magazzino granuli hanno infatti una larghezza di 5 metri.

3.3 IL LAYOUT DEL MAGAZZINO GRANULI

Il layout del magazzino granuli è rappresentato nelle due figure sottostanti: la prima raffigura una pianta estrapolata da CAD mentre la seconda ne è una rappresentazione semplificata che verrà utilizzata per l'analisi.

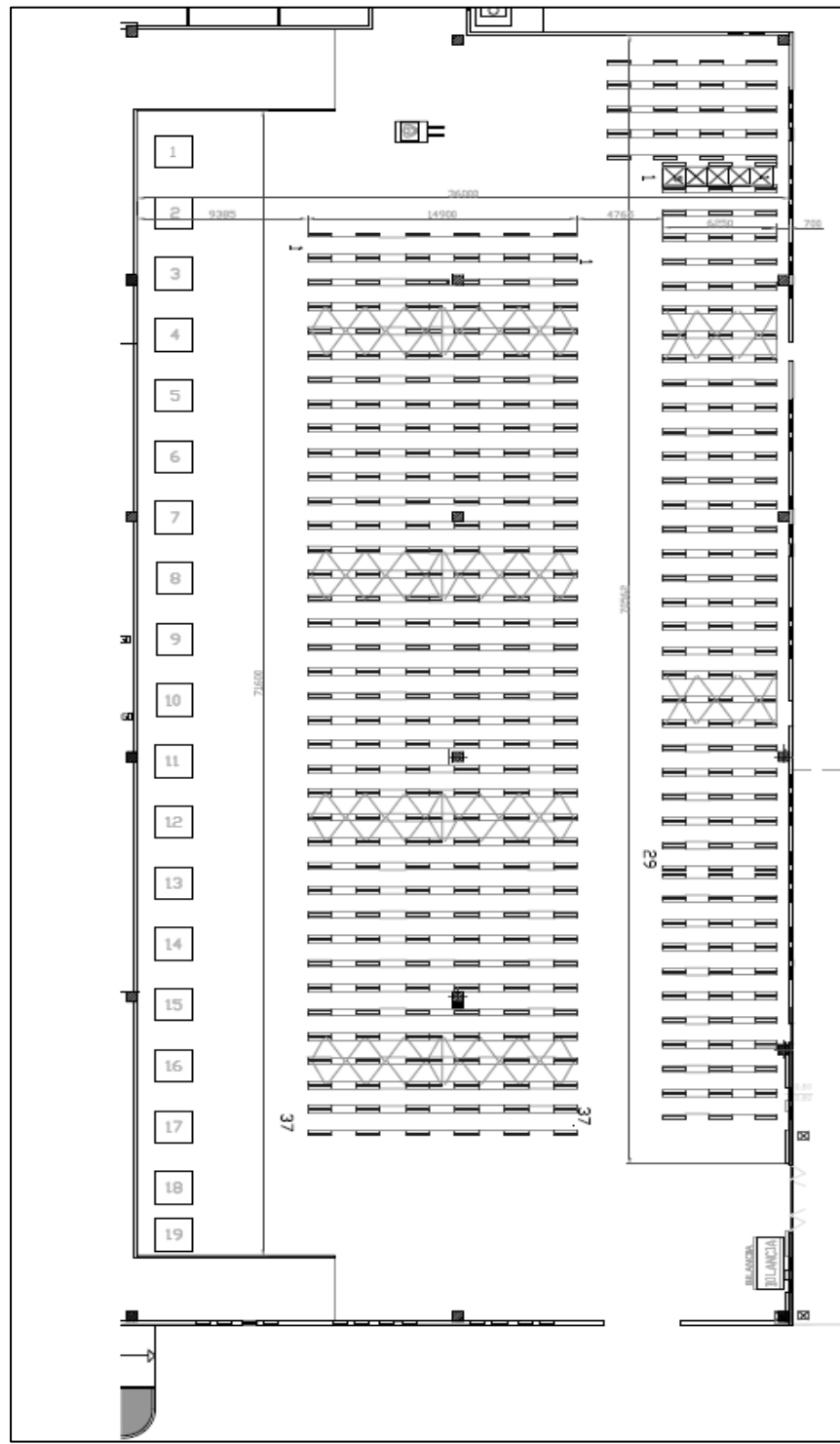


Figura 3. 8 Layout CAD del magazzino granuli

Si consideri ora la Figura 3.9. Il magazzino granuli si sviluppa su un'area di 3066 m², con una superficie utile di stoccaggio di poco inferiore a causa delle due rampe poste in alto a destra e sinistra che permettono agli operatori di raggiungere l'area produttiva ove sono situate le linee di estrusione.

I riquadri verdi rappresentano invece i sili dentro cui gli operatori versano il compound di PVC; come descritto nel Paragrafo 3.2, tali sili sono collegabili a delle lance aspiranti che trasportano i granuli fino alla tramoggia dell'estrusore. Le linee tratteggiate in basso a sinistra indicano invece i portoni d'ingresso ed uscita per il piazzale di scarico.

L'area di stoccaggio vera e propria si sviluppa in due zone: una parte centrale più vicina ai sili, e una parte laterale che affianca la parete dell'edificio. A ciascuna corsia di stoccaggio è associata una numerazione che identifica univocamente sia la corsia al piano terra che quella al piano superiore dal momento che il drive-in è stato costruito su due ripiani. Per questo motivo ciascuna corsia non può alloggiare codici diversi tra piano terra e piano superiore ma soltanto big bags della stessa referenza. Il motivo è piuttosto semplice ed è schematizzato nell'esempio della Figura 3.10, che illustra una corsia del drive-in vista lateralmente in una situazione in cui sono state stoccate referenze di codici diversi tra piano terra e primo piano.

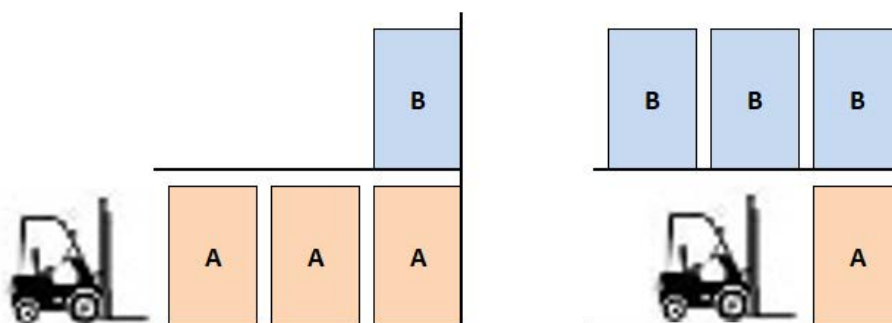


Figura 3. 10 Esempio di stoccaggio di codici diversi tra i due piani

Nel caso di sinistra l'operatore ha la possibilità di entrare nel tunnel per prelevare la referenza A al piano terra, ma è impossibilitato a raggiungere, e dunque a prelevare, la referenza B al piano superiore poiché "bloccato" dal materiale stesso; per raggiungere la referenza B l'operatore sarebbe costretto a rimuovere prima i due materiali del codice A. A pari modo, nel caso di destra l'operatore riuscirebbe a prelevare la referenza B al primo piano, ma sebbene riesca fisicamente a raggiungere la referenza

A, egli avrebbe difficoltà a sollevare il materiale per trasportarlo fuori dal tunnel con l'aggiunta di tematiche sulla sicurezza legate al fatto di trovarsi al di sotto di materiale sospeso.

La struttura centrale è caratterizzata da 74 corsie comunicanti, il che significa che l'operatore ha la possibilità di caricare il materiale da entrambi i corridoi.

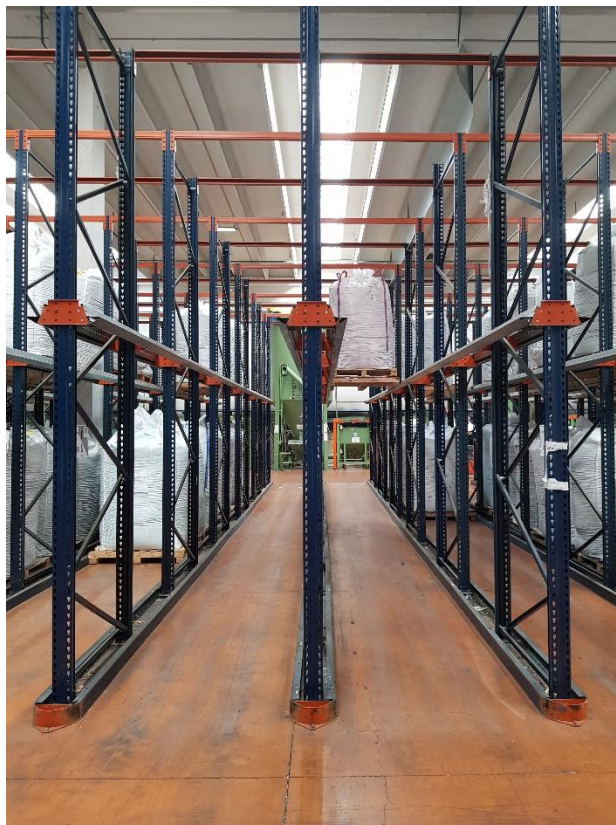


Figura 3. 11 Corsie drive-in a doppia entrata

Ciascuna corsia comunicante ha lo spazio per contenere 11 sacconi di granulo per ripiano, ma il numero di big bags stoccabili in ciascun tunnel non è vincolato. Questo significa che alcune corsie potrebbero essere occupate al cento per cento da un'unica referenza, oppure per metà da un codice e per metà da un altro o in percentuali diverse. La cosa importante è che, per le ragioni appena esposte, i codici uguali siano allineati tra piano terra e primo piano. La Figura 3.12 illustra questa dinamica con varie configurazioni possibili viste lateralmente.

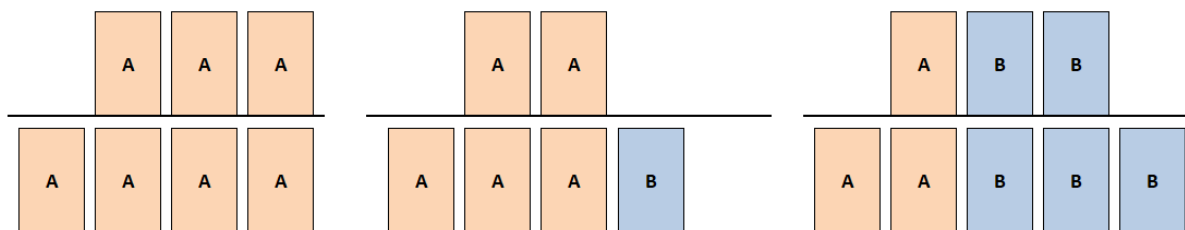


Figura 3. 12 Esempio di stoccaggio in corsie comunicanti

L'unica eccezione vale per le coppie di corsie 12-63, 22-53 e 32-43 a causa delle colonne portanti dell'edificio che attraversano la corsia e che gioco forza riducono di un posto pallet ciascun ripiano; ognuna di queste corsie potrà quindi contenere 5 sacconi di granulo per ripiano. Tali corsie sono inoltre da considerarsi separate: ciò significa che non essendo comunicanti ogni tunnel dovrà contenere esclusivamente materiali dello stesso codice. La Figura 3.13 illustra questa dinamica.

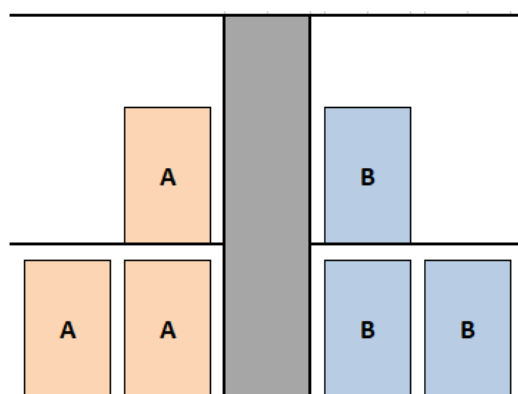


Figura 3. 13 Esempio di stoccaggio nelle corsie 12-63, 22-53 e 32-43

La seconda parte dell'area dedicata allo stoccaggio è quella laterale che fiancheggia la parete del magazzino, la quale è costituita da 39 corsie interrotte da tre uscite di sicurezza. Le corsie dalla 75 alla 113 possono contenere 5 sacconi di granulo per ripiano o 6 pallet di filato; questi ultimi vengono infatti stoccati in bancali più piccoli (80x120 o 100x120 cm) e solo nelle corsie laterali. Le corsie all'estrema destra dalla 114 alla 117 sono invece più profonde e possono alloggiare fino ad 8 big bags o 10 pallet di filato. A differenza della zona centrale, queste corsie permettono solo lo stoccaggio di referenze dello stesso codice.

Le due aree di stoccaggio sono separate da un corridoio di 5 metri, mentre un secondo altrettanto largo separa la zona centrale dai sili.

3.4 MAPPATURA E LOGICHE DI PERCORSO DEL MAGAZZINO GRANULI

Il magazzino granuli utilizza una logica random. Come descritto nel Paragrafo 2.4, tale logica si basa sul principio di disporre il materiale nel primo posto disponibile una volta che esso deve essere stoccato.

Ad oggi non sono tuttavia presenti logiche di percorso standardizzate: il sistema comunica all'operatore una o più locazioni possibili dove depositare la merce, ma è l'operatore stesso che eventualmente effettua delle scelte per ottimizzare il flusso.

È possibile effettuare una stima dei tempi necessari al prelievo di un'unità di carico e al suo versamento nei sili. Poiché si sta adottando una logica random, il calcolo verrà effettuato sulla locazione media di ciascuna area del magazzino (Figura 3.14). I tempi e i parametri fondamentali per il calcolo sono riportati nella Tabella 3.1.

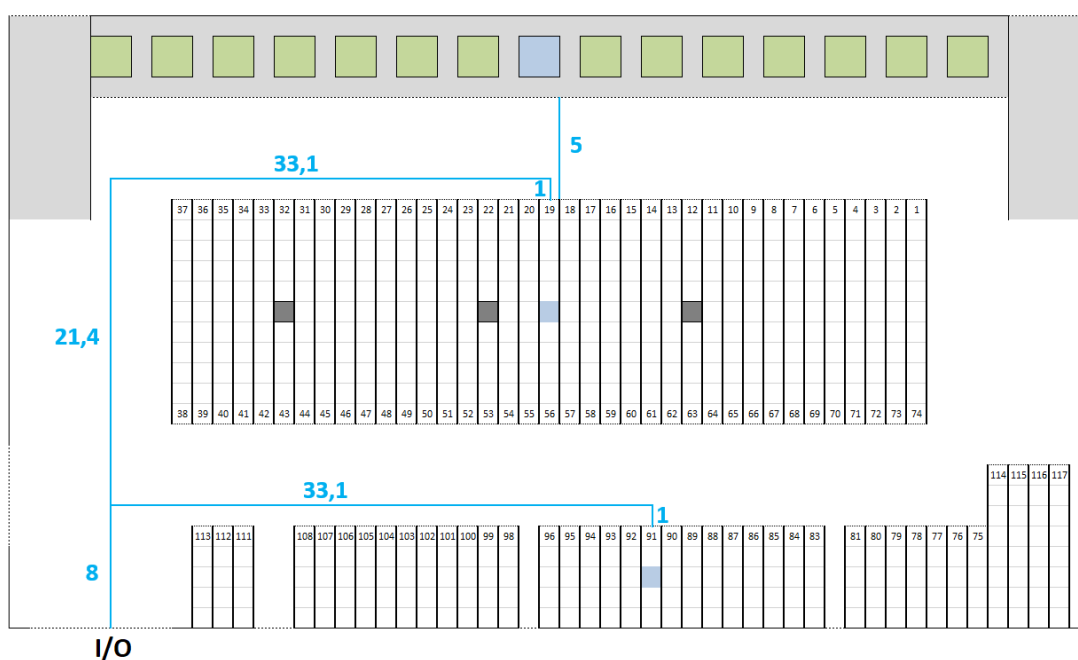


Figura 3. 14 Percorsi e distanze nei punti medi di prelievo

Parametro	Centrale	Laterale
Percorso a vuoto [m]	63,5	42,1
Percorso a pieno carico [m]	5	92,6
Numero curve viaggio a vuoto	2	2
Numero curve viaggio a pieno carico	0	4
Profondità corsia [m]	15,4	7
Numero livelli	2	2
Altezza vano [m]	2,35	2,35
Velocità sollevamento/discesa [m/s]	0,5	0,5
Velocità massima [m/s]	3,5	3,5
Velocità transizione [m/s] (70% Vmax)	2,5	2,5
Velocità entrata tunnel [m/s] (50% Vmax)	1,8	1,8
Velocità uscita tunnel [m/s] (30% Vmax)	1	1
Tempo curva [s]	2	2
Tempo posizionamento forche [s]	8	8
Tempo manovra [s]	5	5

Tabella 3. 1 Parametri per il calcolo dei tempi

Si sono inoltre effettuate le seguenti premesse:

- Si è considerato un ciclo che prevede un percorso a vuoto ed uno a pieno a carico: il primo che va dal portone di ingresso al raggiungimento della postazione, il secondo prevede il prelievo dell'unità di carico, l'uscita dal tunnel in retromarcia, il tempo di manovra per riposizionare il carrello e il raggiungimento dei sili.
- Per ciascuna area del magazzino si è identificato il suo punto medio di prelievo e in base ad esso sono stati calcolati tempi e distanze (Figura 3.14).
- Per semplicità si ipotizza che un saccone venga completamente svuotato una volta raggiunto il silo.
- Si ipotizza che il prelievo delle unità di carico di ciascuna area venga effettuato dalla corsia rivolta verso i sili.

Il tempo interno all'area di stoccaggio sarà pari a:

$$t_{int} = t_v + t_{pc}$$

Con:

$$\begin{aligned}
 t_v &= t_{\text{percorso a vuoto}} + t_{\text{entrata tunnel}} + t_{\text{curve}}^v \\
 &= \frac{r_v}{v_t} + \frac{\text{profondità corsia}}{2} \times \frac{1}{v_{\text{entrata tunnel}}} + N_{\text{curve}}^v \times t_{\text{curva}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{pc} &= t_{spostamento\ verticale} + t_{forche} + t_{uscita\ tunnel} + t_{destinazione} + t_{manovra} + t_{curve}^{pc} \\
&= \frac{(N_L - 1) \times H_{vano}}{2} \times \frac{1}{v_{\frac{sollevamento}{discesa}}} \times 2 + t_{forche} \\
&+ \frac{profondità\ corsia}{2} \times \frac{1}{v_{uscita\ tunnel}} + r_{destinazione} \times \frac{1}{v_t} + t_{manovra} \\
&+ N_{curve}^{pc} \times t_{curva}
\end{aligned}$$

Dove la quantità $\frac{(N_L-1) \times H_{vano}}{2}$ rappresenta l'altezza media di prelievo.

I risultati sono riportati nelle tabelle 3.2 e 3.3 e verranno successivamente utilizzati per il confronto con le soluzioni proposte.

Tempo [s]	Centrale	Laterale
Tempo accesso scaffalatura	25,4	16,84
Tempo curve viaggio a vuoto	4	4
Tempo curve a pieno carico	0	8
Tempo entrata tunnel	4,28	1,94
Tempo prelievo	4,7	4,7
Tempo di accesso silo	2	37,04
Tempo uscita tunnel	7,7	3,5

Tabella 3. 2 Tempi medi As-Is magazzino granuli

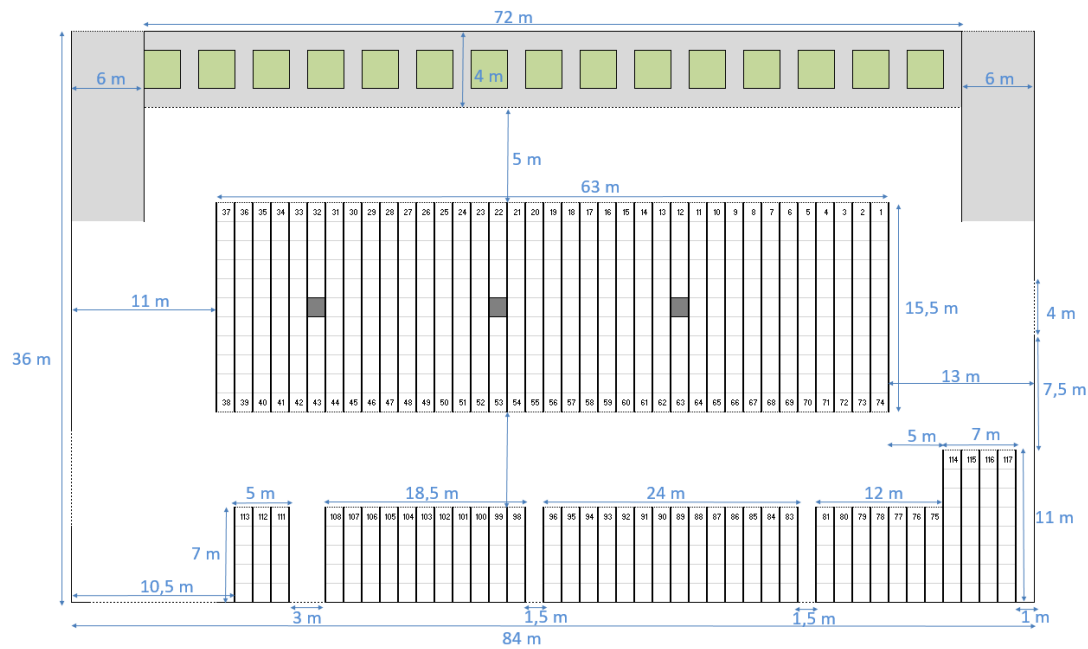
Area	Centrale	Laterale
Tempo a vuoto [s]	33,68	22,78
Tempo a pieno carico [s]	27,4	66,24
Tempo totale [s]	61,08	89,02

Tabella 3. 3 Tempi medi totali As-Is magazzino granuli

3.5 INDICI DI MAGAZZINO E DATI RACCOLTI

In questo paragrafo verranno descritti gli indici di magazzino riferiti al magazzino granuli al fine di trarre delle conclusioni sulle sue prestazioni e sulle sue problematiche.

Dimensioni. La Figura 3.15 illustra il layout del magazzino granuli ponendo in evidenza le sue dimensioni caratteristiche.



Per quanto riguarda le corsie:

Per quanto riguarda le corsie:



Larghezza campata	1,68 m
Altezza campata	2,35 m
Spessore montante	12 cm

Figura 3. 16 Dimensioni campata

Indice di saturazione superficiale e volumetrico. Ora che si sono definite le dimensioni del magazzino, è possibile calcolare il suo sfruttamento in termini di superficie.

Come anticipato nel Paragrafo 3.3, il magazzino si sviluppa in due parti: una centrale più vicina alle linee di estrusione e una adiacente alle pareti dell'edificio. La

parte centrale occupa una superficie di $15 \times 63 = 945 \text{ m}^2$, mentre la parte laterale occupa complessivamente $7 \times (5,1 + 18,7 + 28,9) + 10 \times 6,8 = 437 \text{ m}^2$. L'indice di saturazione superficiale sarà pertanto:

$$I_{SAT}^{SUP} = \frac{\text{Superficie Utilizzata}}{\text{Superficie Totale}} = \frac{945 + 437}{36 \times 84} = 0,46$$

Una saturazione superficiale del 46% è un risultato relativamente alto considerando che il valore tipico dei magazzini manuali oscilla tra lo 0,2-0,3. I magazzini drive-in sono infatti molto compatti non necessitando di molti corridoi, i quali occupano spazio e quindi andrebbero a ridurre l'indice di saturazione superficiale.

Avendo il magazzino un'altezza di 6,5 metri e un'altezza delle corsie di 2,35 metri, è inoltre possibile calcolare approssimativamente l'indice di saturazione volumetrico:

$$I_{SAT}^{VOL} = \frac{\text{Volume Utilizzato}}{\text{Volume totale}} = \frac{(945 + 437) \times 2,35 \times 2}{36 \times 84 \times 7} = 31\%$$

Capacità. Indica la capacità del magazzino in termini di posti pallet complessivamente disponibili. Per semplicità i conti verranno fatti ipotizzando che i pallet di filato occupino le stesse dimensioni di un pallet su cui vengono depositati i sacconi di granulo.

La parte centrale è formata da 37 corsie totali, 34 delle quali contenenti 11 posti pallet per piano più 3 corsie da 10 posti pallet a ripiano a causa della presenza delle colonne portanti dell'edificio. In totale quindi $34 \times 11 + 3 \times 10 = 404$ posti pallet per il piano terra e altri 404 per il piano superiore.

La parte laterale è formata invece da 35 corsie da 5 posti pallet a ripiano e da altre 4 da 8 posti pallet a ripiano, per un totale quindi di $2 \times (35 \times 5 + 4 \times 8) = 414$ posti pallet.

La capacità del magazzino granuli è pertanto:

$$\text{Capacità} = 808 + 414 = 1222 \text{ posti pallet}$$

Indice di selettività. Si ricorda essere il rapporto tra le unità di carico direttamente prelevabili e quelle totali presenti nel magazzino. Come descritto nel Paragrafo 2.2, i magazzini drive-in sono per definizione caratterizzati da bassi indici di selettività poiché solamente l'unità di carico più esterna di ciascun tunnel è direttamente

accessibile. Le unità di carico direttamente prelevabili nel magazzino granuli saranno quindi una per ripiano per ciascuna corsia:

$$I_s = \frac{Udc \text{ Direttamente Accessibili}}{Capacità \text{ Magazzino}} = \frac{N_{piani} \times N_{corsie}}{Capacità \text{ Magazzino}}$$

$$= \frac{2 \times 113}{1222} = 19\%$$

In realtà la possibilità di prelevare direttamente una udc per ripiano è una situazione che si avvera solo raramente, ossia solo nel caso in cui tutte le unità di carico siano allineate tra piano terra e primo piano. Si consideri l'esempio in Figura 3.17.

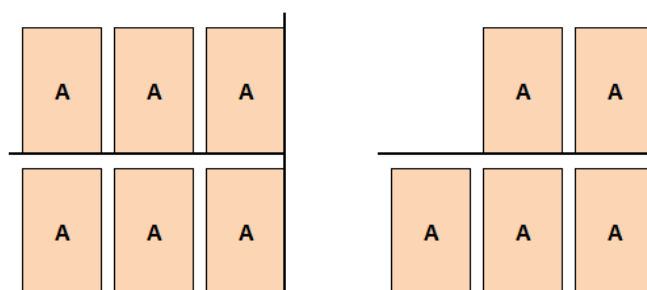


Figura 3. 17 Influenza del doppio ripiano sull'indice di selettività

Nel caso di sinistra le referenze al piano terra e al primo piano sono allineate e pertanto l'operatore è libero di prelevare una qualsiasi delle due unità di carico; nel caso di destra invece i codici non sono allineati, per cui il carrellista può prelevare solamente la referenza al piano terra in quanto fisicamente impossibilitato a raggiungere quella al piano superiore.

Per questo motivo l'indice di selettività reale è più basso di quello progettuale del 19%.

Indice di movimentazione. Attraverso tale indice è possibile capire quante volte un certo codice a magazzino è stato prelevato da una corsia in un certo intervallo di tempo. Ogniqualvolta un operatore deve effettuare un prelievo, attraverso una pistola in radiofrequenza egli legge il codice a barre che definisce univocamente il saccone di granulo. Calcolando il numero di volte in cui questa operazione è stata effettuata, è stato possibile elaborare tali dati per ricavare l'indice di movimentazione di ciascuna referenza prelevata. Poiché quest'ultimo è riferito alle singole referenze, si riporta solo un esempio nella Tabella 3.4. Nelle celle della matrice è riportato il numero di

movimentazioni effettuate da un determinato codice in una certa data: per esempio, il codice 20.00003 è stato movimentato 13 volte il 4 Giugno 2018.

		CODICE		
		20.00000	20.00003	20.01609
DATA	1/6	27	1	15
	4/6	23	13	1
	5/6	1	1	1
	6/6	17	4	5
	7/6	3	5	3
	8/6	11	4	1
	11/6			
	12/6		19	7
	13/6	6	1	2
	14/6			
	15/6		21	3
	18/6	1	10	7

Tabella 3. 4 Indici di movimentazioni per alcuni codici in alcune date di Giugno 2018

Indice di accesso. L'indice di accesso di una referenza è calcolabile dal seguente rapporto:

$$I_A = \frac{I_M}{\bar{G}}$$

dove I_M è l'indice di movimentazione in un intervallo di tempo e $\bar{G}$ è la giacenza media nello stesso periodo di tempo. Disponendo dei dati relativi allo stoccaggio giornaliero del magazzino e gli indici di movimentazione, è possibile calcolare l'indice di accesso per ciascuna referenza. A titolo di esempio, si consideri la Tabella 3.5 che mostra per la referenza 20.00000 GRANUNLO PVC SH85 R0 la giacenza media e l'indice di movimentazione (in termini di udc movimentate a settimana) in quattro settimane di Giugno 2018, con cui è stato possibile calcolarne l'indice di accesso:

20.00000	I_M	Giac. Media [udc]	I_s
Settimana 23	55	47,2	1,2
Settimana 24	6	34,6	0,2
Settimana 25	11	29	0,4
Settimana 26	4	27,6	0,1

Tabella 3. 5 Indice di selettività del codice 20.00000 nelle settimane di Giugno 2018

Come si può notare da questo esempio, un magazzino drive-in di questo tipo è caratterizzato da indici di accesso relativamente bassi.

Gli indici di movimentazione e di accesso assumono maggiore importanza nelle analisi ABC per comprendere il comportamento complessivo delle referenze a magazzino.

Indice di rotazione. Per il calcolo di tale indice si è considerato un intervallo di tempo di un anno, in particolare quello che va da Giugno 2017 a Giugno 2018.

Il consumo medio mensile di granulo durante questo periodo di tempo è stato di 11.946 kg; Per il calcolo dell'indice di rotazione è necessario il dato sulla giacenza media dei chilogrammi di granulo a magazzino nel medesimo periodo di tempo. L'indice di rotazione del magazzino sarà dunque pari a:

$$I_R = \frac{\text{Consumi medi mensili}}{\bar{G}} = \frac{11.946}{5680} = 2,1 \text{ rotazioni/mese}$$

ed una copertura di:

$$\text{Copertura} = \frac{1}{I_R} = \frac{1}{2,1} = 0.5 \text{ mesi}$$

Ciò significa che le scorte a magazzino ruotano 2,1 volte al mese ossia riescono a coprire un fabbisogno di circa due settimane.

È opportuno a questo punto effettuare una precisazione che tiene in considerazione anche gli indici precedentemente calcolati. In particolare, nei dati considerati potrebbero essere presenti alcune categorie di referenze che potrebbero non rispecchiare realmente i dati elaborati:

- Referenze con basso consumo ma alte movimentazioni: sono dei codici di granulo utilizzati per l'estrusione delle strisce esterne di tubo (Figura 3.18); come intuibile, sono granuli che vengono utilizzati spesso e quindi movimentati di frequente ma che vengono utilizzati in basse quantità. In realtà è più probabile che questo tipo di referenze appartengano alla categoria che verrà descritta subito dopo.



Figura 3. 18 Striscia esterna arancione

- Referenze con basso consumo e senza movimentazioni: è la stessa categoria di



Figura 3. 19 Cassone per il granulo

referenze appena descritta, ma gestita in maniera differente. Questi codici vengono infatti tipicamente versati in appositi contenitori e posizionati in prossimità dei silos o delle linee di estrusione dove vengono allacciati alle lance aspiranti quando necessario (Figura 3.19). Per questo motivo tali codici avranno bassi consumi ma anche basse movimentazioni, poiché prelevati dal magazzino solo quando il contenitore si è svuotato.

- Referenze con giacenza ma senza consumi: sono codici obsoleti o avanzati da alcuni lotti prodotti in passato.

Indice di saturazione delle scaffalature. Al fine di comprendere lo sfruttamento del magazzino granuli in termini di occupazione delle scaffalature, sono stati elaborati i dati relativi allo stoccaggio giornaliero dei vari codici a magazzino nel periodo di tempo che va da Giugno 2017 a Giugno 2018. Si ricorda che:

- Le coppie di corsie dalla 1-74 alla 37-38 sono comunicanti e possono contenere 11 big bags di granulo per ripiano.
- Le corsie dalla 75 alla 113 hanno una capacità di 5 pallet di granulo o 6 pallet di filato per ripiano.
- Le corsie dalla 114 alla 117 possono contenere 8 pallet di granulo o 10 di filato.

La Tabella 3.6 illustra un esempio di saturazione delle scaffalature relativo in data 13 Giugno 2018:

CORSIA	CODICE	PIANO OCCUPATO		TOT	POSTI DISPONIBILI	
		0	1		0	1
1				0	7	10
74	20.02021	4	1	5		
2	20.02042	2	1	3	8	9
73	20.00089	1	1	2		
75	20.02751	1	1	2	4	4
76	20.03001	2	1	3	3	4
114	20.02042	5	5	10	3	3
115	20.03044	7	5	12	1	3

Tabella 3. 6 Occupazione di alcune corsie in data 13/06/2018

La tabella illustra come la coppia di corsie 1-74 contenga 4 sacconi di un codice al piano terra e un saccone dello stesso codice al primo piano; saranno pertanto disponibili $11 - 4 = 7$ posti pallet al piano terra e $11 - 1 = 10$ al primo piano. A pari modo la corsia 75 è occupata da un saccone al piano terra e uno al primo piano dello stesso codice, e quindi saranno disponibili $5 - 1 = 4$ posti pallet sia al piano terra che al primo piano.

Il Grafico 3.1 riporta l'evoluzione della saturazione delle scaffalature durante il periodo considerato. Si può vedere come il magazzino sia saturato mediamente al 49% con valori massimi del 60% in bassa stagione (Ottobre-Marzo) ma con un calo anche sotto al 40% nei periodi di alta stagione.

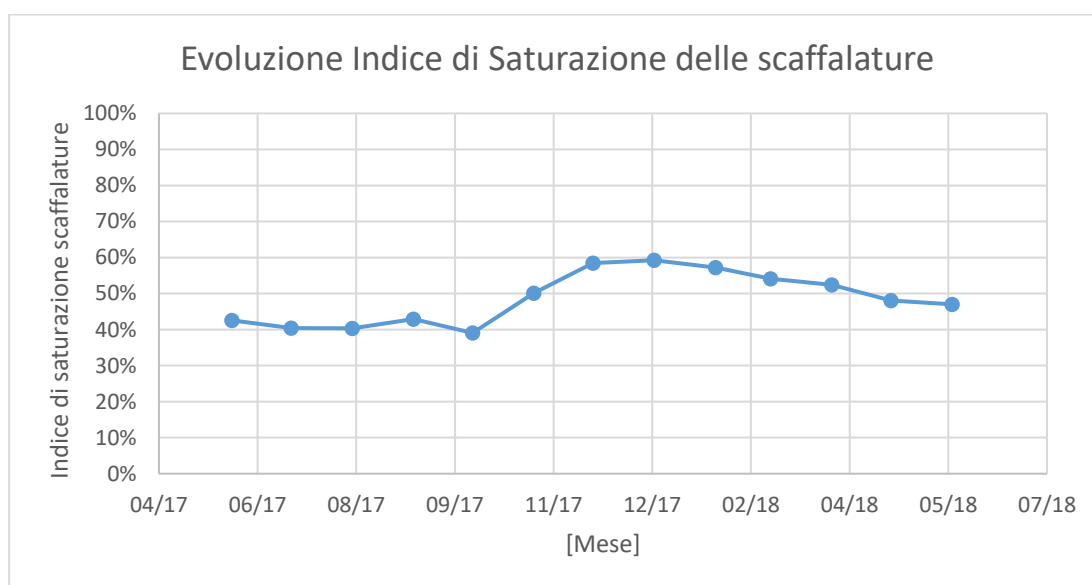


Grafico 3. 1 Evoluzione Indice di saturazione delle scaffalature: Giugno 2017-Giugno 2018

Analizzando più nel dettaglio, la Tabella 3.7 riassume l'indice di saturazione nei giorni lavorativi di Giugno 2018: si evidenzia un massimo pari al 53% in data 4 Giugno ed un minimo del 40% il 25 Giugno.

Data	I _{SAT}
01/06/18	48%
04/06/18	53%
05/06/18	52%
06/06/18	51%
07/06/18	52%
08/06/18	51%
11/06/18	48%
12/06/18	48%
13/06/18	49%
14/06/18	48%
15/06/18	45%
18/06/18	42%
19/06/18	45%
20/06/18	45%
21/06/18	43%
22/06/18	43%
25/06/18	40%
26/06/18	44%
27/06/18	44%
28/06/18	44%
29/06/18	44%

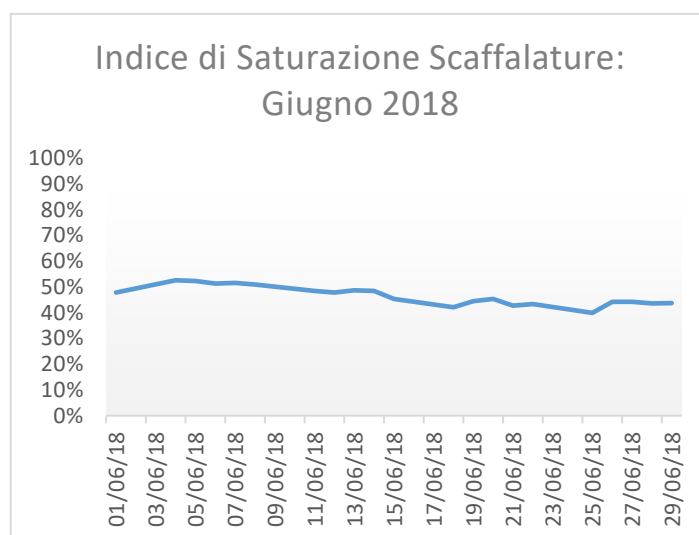


Grafico 3. 2 Indice di saturazione scaffalature: Giugno 2018

Tabella 3. 7 Valori dell'indice di saturazione durante Giugno 2018

3.6 LE PROBLEMATICHE DEL MAGAZZINO GRANULI

In questo paragrafo verranno descritte le problematiche del magazzino granuli, le cause e le conseguenze di tali problemi al fine di comprendere le ragioni e le necessità che hanno portato a questa analisi e alla ricerca delle soluzioni per il suo miglioramento.

Sostanzialmente il tutto si riconduce ad un macro problema in combinazione con un cambiamento delle condizioni di un fornitore: si tratta di bassi indici di saturazione delle scaffalature e l'aumento delle tariffe dell'attuale fornitore di logistiche esterne. Questi due fattori sono infatti strettamente collegati tra loro: per le cause che verranno illustrate in seguito, il magazzino granuli è da una lato caratterizzato da bassi indici di saturazione delle scaffalature ma dall'altro non è in

grado di immagazzinare molto più di quello che già contiene in termini di capacità. La diretta conseguenza di ciò è l'aumento dello stock di granulo nel polo logistico di San Pietro in Gu fino al raggiungimento di una saturazione tale da rendere necessaria la ricorrenza a logistiche esterne per riuscire a conservare la produzione di granulo degli stabilimenti di Fara e Lugo destinata a Sandrigo. Nello specifico, nel 2017 l'azienda ha speso più di 100.000 € per lo stoccaggio di granulo in logistiche esterne. È chiaro che questa situazione aumenta di importanza in previsione di un aumento delle tariffe dell'attuale fornitore di logistica esterna.

L'obiettivo è dunque quello di ricercare delle soluzioni, attraverso delle operazioni di re-layout e ottimizzazione delle mappature, che consentano al magazzino granuli di aumentare la quantità di materiale immagazzinabile al fine di ridurre la quantità, e quindi i costi, dello stoccaggio in logistiche esterne.

3.6.1 BASSO INDICE DI SATURAZIONE DELLE SCAFFALATURE: LE CAUSE

La bassa saturazione delle scaffalature è uno dei principali problemi dell'attuale magazzino granuli. Si consideri nuovamente il Grafico 3.1 che fornisce l'evoluzione dell'indice di saturazione delle scaffalature tra Giugno 2017 e Giugno 2018. Come già descritto nel Paragrafo 3.5, l'indice di saturazione delle scaffalature mensile medio in tale periodo è stato del 49%, oscillando tra un massimo del 59% in bassa stagione ad un minimo del 40% in alta stagione. Sono valori molto bassi anche per un magazzino drive-in, che se gestito efficacemente dovrebbe raggiungere almeno valori intorno al 70%.

Verranno di seguito elencate e successivamente descritte le cause che hanno portato a questa situazione e le loro conseguenze a livello operativo:

- Aumento della varietà e della personalizzazione.
- Mancanza di una procedura automatica per la gestione degli obsoleti.
- Referenze con basse giacenze e bassi consumi.
- Errato inserimento delle unità di carico.

Aumento della varietà e della personalizzazione. Una delle cause principali è da ricercarsi nella storia del magazzino: esso nasce nel 1995 in concomitanza con lo stabilimento produttivo di Sandrigo e da allora non più modificato. È chiaro però che al momento della realizzazione la gamma di prodotti Fitt comprendeva un numero

assai più limitato di prodotti e quindi di codici granuli, il che rendeva il magazzino adeguato alle necessità dell'azienda del tempo. Con il passare del tempo Fitt ha iniziato ad ampliare la gamma dei suoi prodotti, offrendo un numero sempre più elevato di articoli sia a catalogo che tramite personalizzazione. Il problema è che il magazzino granuli, durante questa evoluzione, non è cambiato e pertanto la sua configurazione con 113 corsie ad elevata profondità è tale da non riuscire più a fronteggiare la varietà di codici da produrre: indicativamente ad oggi si producono quasi 1500 codici diversi, circa il 40%³ in meno di quelli che si producevano 20 anni fa. Il Grafico 3.3 confronta il numero di codici consumati con quelli stoccati e il numero di corsie disponibili nel periodo tra Giugno 2017 e Giugno 2018. Come si può vedere, salvo i periodi di bassissima stagione o di chiusura dello stabilimento, il numero di codici consumati è sempre stato prossimo o superiore al numero di corsie disponibili, mentre i codici a stock hanno sempre ecceduto le corsie disponibili.

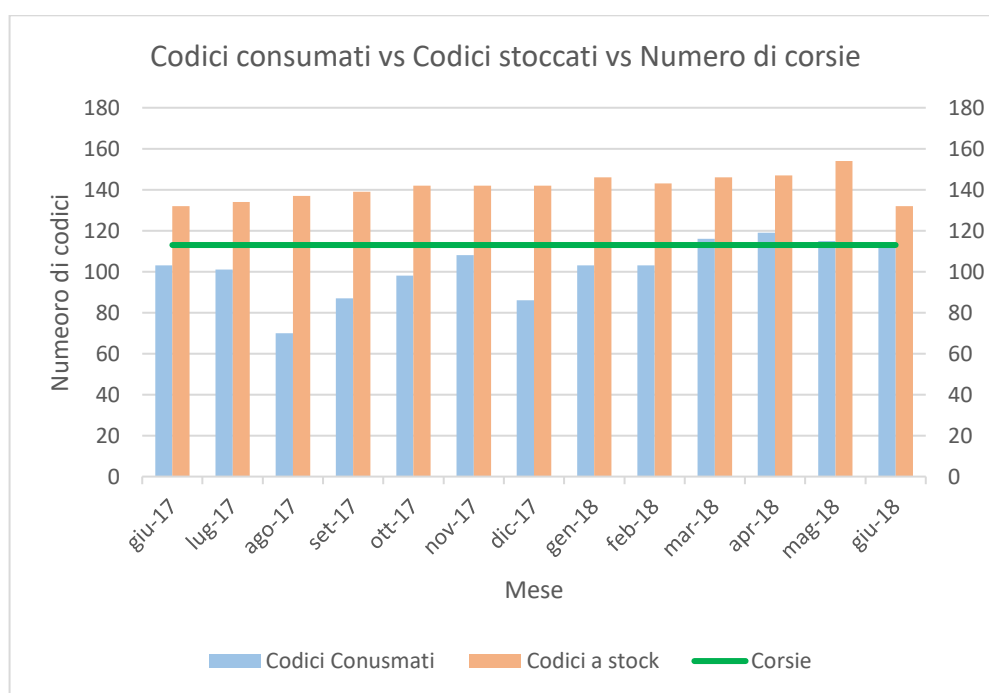


Grafico 3. 3 Confronto tra codici consumati, codici a stock e corsie disponibili: Giugno 2017-Giugno 2018

L'azienda è comunque riuscita ad adattarsi a questa situazione sfruttando l'ampia capacità del polo logistico di San Pietro in Gu e richiamando i codici di granulo in base al fabbisogno. Come si vedrà nel Paragrafo 3.6.2, tale compromesso non è tuttavia sufficiente ad arginare l'impatto della varietà e della personalizzazione.

³ Dato approssimativo, ottenuto mettendo in proporzione l'attuale numero di linee di produzione con quello al periodo di apertura dello stabilimento

Mancanza di una procedura automatica per la gestione delle obsolescenze. Può accadere che alcuni codici diventino obsoleti o che semplicemente vadano in disuso per certo periodo di tempo. Tale situazione può verificarsi:

- A causa di codici granulo utilizzati per uno specifico lotto personalizzato e pertanto destinati alla realizzazione di prodotti che non verranno più realizzati in futuro.
- Per un cambio nella qualità del granulo stesso rendendo quello precedente non utilizzabile.
- A causa di prodotti standard che vanno fuori produzione rendendo il corrispettivo granulo obsoleto, salvo non sia riutilizzabile per qualche altro codice.

I codici obsoleti o non necessari occupano intere corsie del magazzino e dovrebbero essere recuperati o spediti nuovamente al polo logistico San Pietro in Gu. Il problema è questa attività avviene raramente e manualmente, poiché non è presente ad oggi una procedura automatica che identifichi le obsolescenze da smaltire. L'impatto che questa situazione ha sul magazzino granuli non può che essere negativo: alcune corsie, potendo contenere un solo tipo di codice, saranno occupate dagli obsoleti e pertanto non potranno essere disponibili per altre referenze.

Si consideri per esempio Tabella 3.8 e la corrispettiva situazione reale in Figura 3.20. Il codice in tabella presenta la stessa giacenza nella stessa corsia e nella stessa disposizione per tutto il mese di Giugno 2018. Tale codice ha infatti subito l'ultima movimentazione il 22 Luglio 2016 e da allora occupa i due ripiani della sua corsia dedicata, impedendo a potenziali altri codici di essere immagazzinati. Si ricorda inoltre che i magazzini drive-in adottano una logica LIFO, pertanto la data del 22 Luglio estrapolata dal sistema si riferisce all'ultima unità di carico movimentata ossia, in questo caso, quella più esterna al piano terra: l'udc al primo piano e la seconda al piano terra non sono prelevabili e pertanto potrebbero essere state movimentata l'ultima volta parecchio tempo prima.



Figura 3. 20 Stoccaggio di granuli obsoleti

Referenze con basse giacenze e bassi consumi. I codici presenti in un generico magazzino non sono ovviamente presenti tutti nella stessa quantità ma un magazzino drive-in dovrebbe essere quantomeno caratterizzato da referenze con giacenze abbastanza elevate e simili tra loro. Tuttavia nel magazzino granuli questa situazione non si verifica sempre. Se da un lato è ragionevole avere bassa giacenza per i codici a basso consumo, dall'altro lato è chiaro che referenze con basse giacenze andranno a “bloccare” intere corsie seppur occupando realmente poche postazioni pallet. Si riportano dunque due esempi, il primo con una possibile gestione corretta, il secondo con una inefficienza in termini di saturazione delle scaffalature.

Si consideri la Tabella 3.9 che riporta per Giugno 2018 la giacenza media giornaliera, il consumo mensile e la configurazione nelle corsie di due codici: il 20.02029 e il 20.02748. Il primo è caratterizzato da un basso consumo (1015 kg) e bassa giacenza (3 udc in media al giorno), il secondo da elevati consumi (59.066 kg) e alta giacenza (13 udc in media).

Codice	Consumo [kg]	Giacenza Media	Corsia	Udc per piano	
				00	01
20.02029	1015	3	16	1	2
20.02748	59066	13	59	6	7

Tabella 3. 9 Esempio 1

DATA	CORSIA	CODICE	PIANO OCCUPATO		
			00	01	TOT
01/06/2018	034	20.02989	2	1	3
29/06/2018	034	20.02989	2	1	3

Tabella 3. 8 Giacenza di un codice obsoleto: Giugno 2018

Il motivo per cui questa configurazione è efficiente in termini di saturazione delle scaffalature è che la corsia 16 e la corsia 59 fanno parte della stessa corsia comunicante (Figura 3.21):

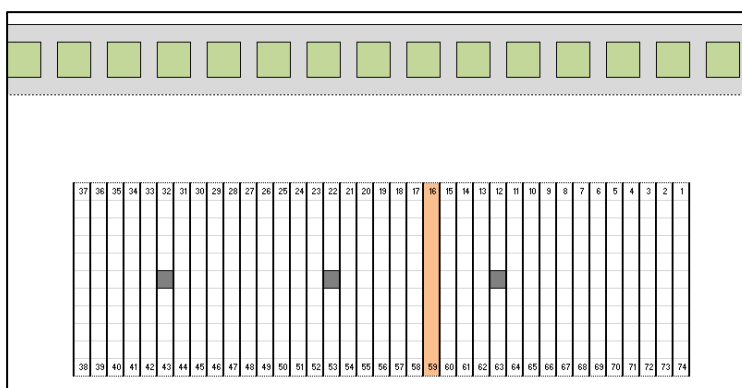


Figura 3. 21 Dettaglio del magazzino granuli. In evidenza le corsie comunicanti 16-59

Il fatto di aver unito nello stesso tunnel una referenza con elevata giacenza ed una a bassa giacenza permette di sfruttare i posti disponibili delle corsie ed aumentare la percentuale di saturazione delle scaffalature del magazzino. Così facendo rimangono tre posti disponibili nella corsia 16 e tre posti disponibili nella corsia 59. La Figura 3.22 mostra nello specifico questa situazione.

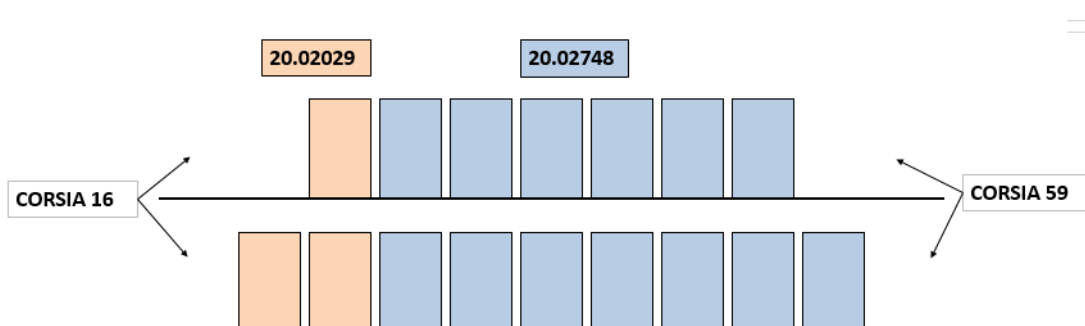


Figura 3. 22 Una configurazione corretta per la gestione dei codici a bassa giacenza e basso consumo

Come affermato nel Paragrafo 2.4, avere posti comodi occupati da codici basso rotanti è tuttavia di uno dei svantaggi comportati dall'utilizzo di una logica random.

Si consideri invece la Tabella 3.10 relativa al codice 20.02751. Tale granulo è caratterizzato da bassi consumi e bassa giacenza, ma si trova nella corsia 75 facente parte della zona che fiancheggia la parete del magazzino (Figura 3.23). Tale codice è stato inoltre movimentato solo 4 volte lungo tutto Giugno 2018. È chiaro quindi che tale referenza ha tenuto occupati due ripiani (l'equivalente di 10 posti pallet) per essere utilizzata pochissime volte nel periodo analizzato.

Codice	Consumo [kg]	Giacenza Media	Corsia	Udc per piano	
				00	01
20.02751	2.506	3	75	2	1

Tabella 3. 10 Esempio 2

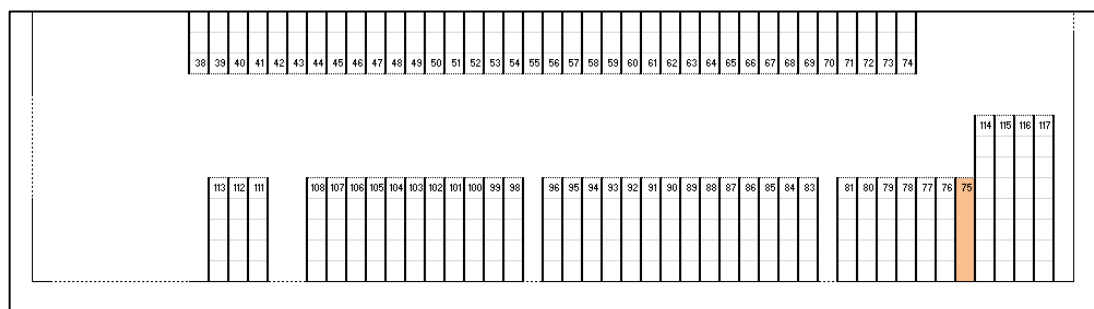


Figura 3. 23 Dettaglio del magazzino granuli: la corsia 75 nella zona laterale dell'edificio

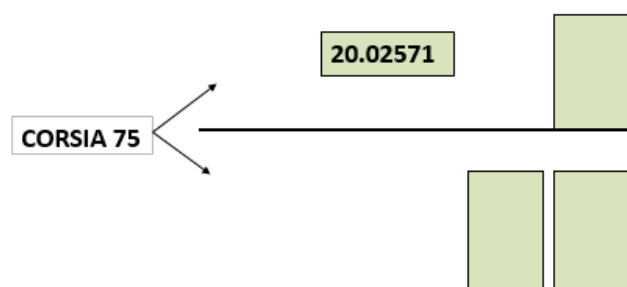


Figura 3. 24 Una gestione poco efficiente delle corsie

Errato inserimento delle unità di carico. Si tratta di un errore prettamente “umano” e di lieve entità, ma che può portare a situazione sfavorevoli in termini di saturazione delle scaffalature. Come accennato nel Paragrafo 3.3, in un magazzino drive-in è importante che le referenze vengano inserite nei tunnel in maniera allineata e alternata tra piano terra e primo piano; se così non fosse, si potrebbero avere dei problemi sia nel deposito che nel prelievo delle unità di carico. Si considerino a tale scopo le Figure 3.25 e 3.26, che rappresentano due situazioni diverse di una corsia a due ripiani con la capacità di quattro udc ciascuna.

La Figura 3.25 rappresenta una configurazione con tre udc al piano terra ed una udc al primo piano. È evidente che con una configurazione di questo tipo l'operatore è in grado di inserire solo tre unità di carico poiché impossibilitato ad inserirne di ulteriori visto che il piano terra “blocca” il raggiungimento del secondo livello. Pertanto, nonostante la corsia del primo piano abbia tecnicamente tre posti disponibili, essa è in grado di ricevere soltanto due ulteriori udc. In altri termini la corsia perde una postazione della sua capacità.

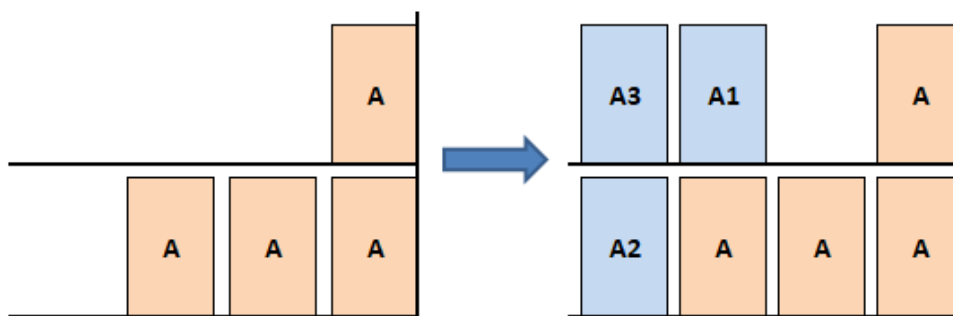


Figura 3. 25 Esempio di stoccaggio errato delle unità di carico

La Figura 3.26 mostra invece cosa sarebbe successo se la referenza più esterna al piano terra fosse stata inserita correttamente al primo piano. Con questa configurazione si sarebbe riuscito a sfruttare completamente la capacità della corsia.

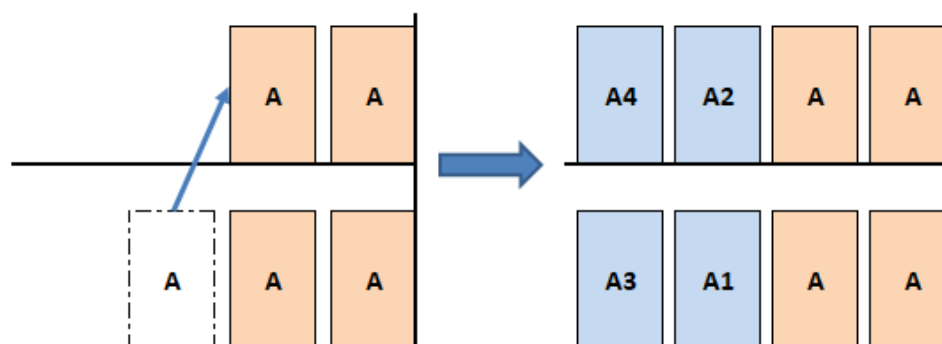


Figura 3. 26 Esempio di stoccaggio corretto delle unità di carico

Per il mese di Giugno 2018 si è quindi calcolato il numero delle postazioni del magazzino che si sarebbe potuto recuperare stoccando le unità di carico correttamente. Si consideri per esempio la Tabella 3.11: in data 1 Giugno 2018 la corsia 80 (che ha una capacità di cinque udc per ripiano) conteneva zero udc al piano terra e cinque al primo piano, il che significa che avrebbe potuto ospitare soltanto una ulteriore unità di carico; i posti recuperabili attraverso uno stoccaggio sarebbero stati dunque quattro.

Corsia	Codice	Descrizione	Piano occupato		TOT	Posti recuperabili
			00	01		
080	20.02818	GRAN.PVC SH89 R0 DURO	0	5	5	4

Tabella 3. 11 Esempio di inserimento errato delle udc nella corsia 80

Nella Tabella 3.12 si sono riportati i posti recuperabili attraverso uno stoccaggio corretto delle udc durante Giugno 2018. Ne è emerso che in media si sarebbero potute recuperare 48 postazioni.

Data	Posti recuperabili con uno stoccaggio corretto
01/06/18	47
04/06/18	49
05/06/18	54
06/06/18	47
07/06/18	47
08/06/18	48
11/06/18	55
12/06/18	48
13/06/18	51
14/06/18	43
15/06/18	43
18/06/18	40
19/06/18	43
20/06/18	50
21/06/18	43
22/06/18	45
25/06/18	36
26/06/18	60
27/06/18	55
28/06/18	51
29/06/18	50

Tabella 3. 12 Posti recuperabili con uno stoccaggio diretto durante Giugno 2018

Il problema si complica se il magazzino è in parte coordinato dal sistema informatico aziendale: quando l'operatore utilizza la pistola in radiofrequenza per conoscere il numero della corsia dove depositare il granulo, il sistema non tiene conto della disposizione delle unità di carico all'interno del tunnel. Se si considera la Figura 3.27, conseguenza dell'esempio in Figura 3.25, il sistema potrà indicare all'operatore che vi è un posto disponibile quando in realtà la postazione c'è ma non è utilizzabile.

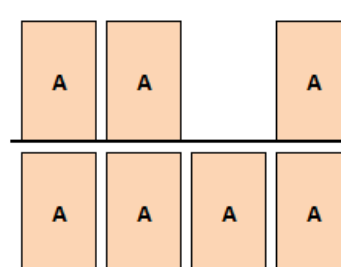


Figura 3. 27 Postazione pallet disponibile per il sistema informatico ma non accessibile

In realtà questo fenomeno impatta meno negativamente di quanto sembri per il problema descritto in precedenza riguardante le referenze a bassa giacenza e bassi

consumi, oltre che per l'elevato numero di posti disponibili nelle corsie. Si consideri per esempio la Tabella 3.13. Se da un lato è vero che si sarebbe potuta recuperare una postazione, dall'altro i codici a bassa giacenza non riuscirebbero comunque a saturare in maniera ottimale tutta la corsia e quindi quel posto recuperabile non si riuscirebbe nemmeno a sfruttare.

Corsia	Codice	Descrizione	Piano occupato		TOT	Posti recuperabili
			00	01		
087	10.00004	FILATO 1100 DTEX Z100 6 Kg	4	2	6	1

Tabella 3. 13 L'errato inserimento delle udc potrebbe non comportare problemi

3.6.2 BASSO INDICE DI SATURAZIONE DELLE SCAFFALATURE: LE CONSEGUENZE

Ora che si sono illustrate le cause che concorrono alla determinazione di bassi indici di saturazione, si descriveranno in modo completo come questi fattori vanno ad influire sul magazzino granuli. Le conseguenze causate dai bassi indici di saturazione delle scaffalature sono:

- Presenza di corsie semivuote e non occupabili.
- Materiale che eccede i posti disponibili nelle corsie.
- Materiale stoccato a terra.
- Necessità di ricorrere a logistiche esterne.

Presenza di corsie semivuote e non occupabili. L'indice di saturazione delle scaffalature tra Giugno 2017 e Giugno 2018 è stato in media pari al 49%. Questo significa che durante questo intervallo di tempo il magazzino granuli aveva mediamente quasi 623 postazioni disponibili a magazzino. È chiaro quindi che l'attuale livello di saturazione è lungi dall'essere efficiente, dal momento che i valori ottimali tipici di questo tipo di magazzino oscillano tra il 70 e l'80%.

La Figure 3.28 e 3.29 illustrano un dettaglio del magazzino granuli, mettendo in evidenza le numerose postazioni vuote.



Figura 3. 28 Dettaglio del magazzino granuli



Figura 3. 29 Dettaglio di alcune corsie del magazzino granuli

Materiale che eccede i posti disponibili delle corsie. Si tratta di una situazione che può essere scaturita dalla mancanza di posti accessibili in una corsia. Può avvenire quando:

- Le unità di carico vengono disposte in maniera errata nelle corsie.

- La logica random ha portato ad una situazione in cui codici ad alta giacenza si trovano nelle corsie laterali, ossia quelle con il minor numero di postazioni pallet.
- Corsie già sature ma mancanza di altre disponibili per quella referencia.

Quando il carrellista deve utilizzare la pistola in radiofrequenza per conoscere l'ubicazione ove depositare l'unità di carico, in situazioni di questo tipo il sistema aziendale gli comunica che il codice corrispondente è stoccato in una determinata

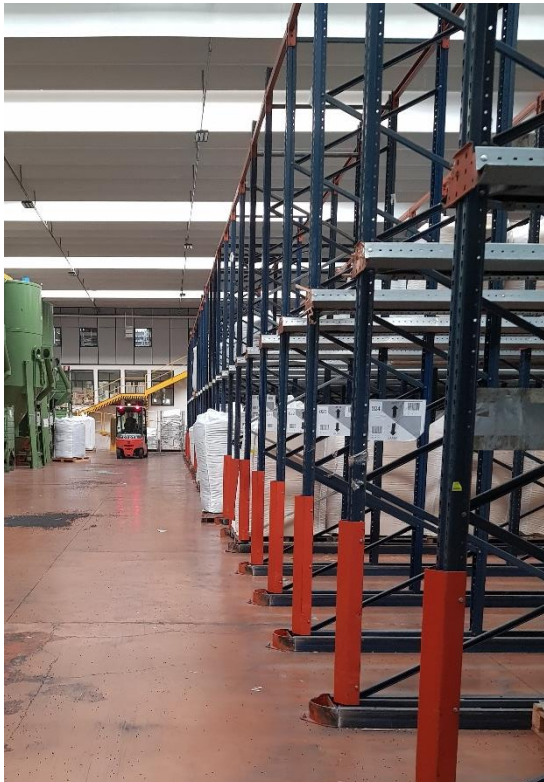


Figura 3. 30 Udc che sporge nel corridoio a causa di una sovrassaturazione della corsia

corsia ma anche che lo spazio disponibile è esaurito. L'operatore ha quindi due possibilità: inserire comunque il granulo nella corsia o stoccare il granulo a terra. Nel primo caso l'unità di carico eccederà i posti disponibili e “sporgerà” dal corridoio (Figura 3.30); nonostante questa soluzione sia tecnicamente fattibile, entrano in causa tematiche di sicurezza legate al fatto di avere materiale che sporge nel corridoio dove corrono i carrelli elevatori. Questo fenomeno avviene anche a causa del fatto che i camion provenienti dalla logistica di granulo vengono spesso completati con codici ad alto consumo per ottimizzare i

costi di trasporto, anche se non direttamente richiamati dai fabbisogni. Il secondo caso verrà illustrato di seguito.

Materiale stoccato a terra. Come descritto nel Paragrafo 3.2, quando un operatore deve depositare un saccone all'interno del magazzino granuli egli legge tramite una pistola in radiofrequenza il codice a barre del saccone, informando il sistema informatico aziendale dell'entrata merce in modo che possa verificare la correttezza del trasferimento. Lo stato del sistema dell'unità di carico così rilevata passa da “Entrata Merce” (EM) a “Ricezione Merce” (RM). Tuttavia, può accadere che il magazzino granuli non disponga più di corsie libere dove poter inserire l'udc: tale saccone rimarrà pertanto in RM senza possibilità di essere stoccato nel magazzino e

dovrà pertanto essere depositato da qualche altra parte. Il risultato di questa situazione si può osservare nelle Figure 3.31 e 3.32: invece che all'interno delle scaffalature, i big bags di granulo vengono lasciati negli spazi liberi del magazzino o all'esterno dell'edificio.



Figura 3. 31 Sacconi di granulo stoccati a terra



Figura 3. 32 Sacconi di granulo stoccati all'esterno dell'edificio

Naturalmente questa situazione ha un impatto negativo sulla gestione del magazzino. Innanzitutto non c'è tracciabilità del materiale stoccato terra: non essendo al materiale assegnata alcuna corsia e quindi nessuna ubicazione del

magazzino, esso figurerà a sistema semplicemente come RM. Quando l'operatore dovrà utilizzare uno di questi materiali, egli dovrà cercare a vista o a memoria dove il granulo è localizzato. Di conseguenza aumenteranno notevolmente i tempi di ricerca e le distanze percorse, senza contare che, come si vede dalla Figura 3.31, alcune unità

di carico potrebbero non essere direttamente accessibili e che quindi bisognerebbe spostarne delle altre per prelevarle.

Un ulteriore conseguenza è il disordine e l'inefficienza dello spazio disponibile: viene occupato spazio che potrebbe essere usato per altri scopi e che invece intasa i corridoi.

La Tabella 3.14 riporta per Giugno 2018 il numero di unità stoccate al di fuori delle corsie. Durante questo periodo c'erano in media 109 unità di carico a terra, un numero tutt'altro che indifferente.

Data	Unità di carico in RM
01/06/18	95
04/06/18	106
05/06/18	104
06/06/18	93
07/06/18	102
08/06/18	92
11/06/18	69
12/06/18	114
13/06/18	104
14/06/18	93
15/06/18	102
18/06/18	115
19/06/18	126
20/06/18	112
21/06/18	122
22/06/18	122
25/06/18	109
26/06/18	138
27/06/18	115
28/06/18	113
29/06/18	136

Tabella 3. 14 Giacenza delle udc in RM durante Giugno 2018

Sarà uno degli obiettivi principali cercare di ridurre, fino ad eliminare, le quantità presenti in RM.

Necessità di ricorrere a logistich

iniziale all'inizio del mese considerato mentre la terza riporta il numero delle unità di carico entrate in logistica esterna. È possibile quindi calcolare il costo di giacenza mensile sommando lo stock iniziale a quello entrato e moltiplicandolo per la tariffa mensile di una udc che ammonta a 4,14 €/mese. Questo risultato va però maggiorato dei costi necessari per l'entrata, l'uscita e la movimentazione della merce all'interno del magazzino pari a 1,67 €/udc. Sommando le udc entrate con quelle uscite e moltiplicandole per il costo di entrata o uscita delle merci si è calcolato nell'ultima colonna il costo mensile per l'entrata e l'uscita dei materiali. Sommando le voci di costo così calcolate si ottiene il costo totale speso in logistica esterna nel periodo considerato.

Mese	Udc
06/17	351
07/17	839
08/17	699
09/17	916
10/17	1052
11/17	788
12/17	692
01/18	695
02/18	713
03/18	597
04/18	483
05/18	302
06/18	449

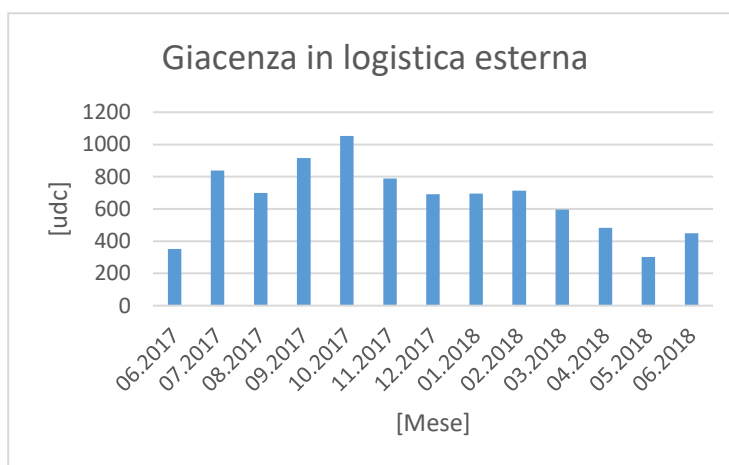


Grafico 3. 4 Giacenze medie in logistica esterna

Tabella 3. 15 Giacenze medie stoccate in logistica esterna: Giugno 2017-Giugno 2018

Mese	Stock Iniziale [udc]	Udc IN	Costo TOT Giacenza [€]	Udc OUT	Costo TOT IN/OUT [€]	Costo TOT [€]
06/2017	690	195	3664	229	707	4371
07/2017	656	750	5821	222	1621	7442
08/2017	1184	20	4985	184	340	5325
09/2017	1020	1123	8872	888	3354	12226
10/2017	1255	1317	10648	1098	4028	14676
11/2017	1474	683	8930	916	2667	11597
12/2017	1241	387	6740	448	1393	8133
01/2018	1180	658	7609	672	2218	9828
02/2018	1166	495	6877	513	1681	8558
03/2018	1148	536	6972	564	1835	8807
04/2018	1120	574	7013	705	2133	9147
05/2018	989	438	5908	728	1945	7853
06/2018	699	508	4997	485	1656	6653

Tabella 3. 16 Costi logistica esterna: Giugno 2017-Giugno 2018

Come si può vedere i costi mensili per usufruire delle logistiche esterne sono tutt'altro che trascurabili. Aumentare la capacità di stoccaggio e la ricettività del magazzino granuli permetterebbe di ridurre tali costi. La necessità di attuare una soluzione di questo tipo aumenta di importanza in previsione di un aumento delle tariffe da parte dell'attuale fornitore di logistica.

Stoccaggio del filato. Come detto più volte, il magazzino granuli non contiene solamente il compound di PVC, ma anche le bobine di filato che andranno a costituire il rinforzo tessile del tubo. Per comprendere l'incidenza del filato sul magazzino granuli, si consideri la Tabella 3.17 che mostra per ciascun codice di filato il consumo, la giacenza media e la corsia di stoccaggio nel magazzino granuli durante Giugno 2018. Si può osservare che:

- Dei tredici codici presenti a magazzino, solo quattro sono stoccati nel magazzino granuli mentre gli altri sono rimasti a terra.
- Tra i codici presenti, solo due di questi hanno consumi significativi, e che quindi giustificerebbero uno stoccaggio in una delle corsie del drive-in. Le referenze 10.00005 e 10.00004 presentano infatti elevate giacenze medie e consumi. Il codice 10.02795 invece, non è mai stato utilizzato ma ha occupato per tutto il mese una corsia del magazzino.

Codice	Descrizione	Corsia Magazzino Granuli	Consumo		Giacenza media giornaliera [udc]
			[kg]	[udc]	
10.00005	FILATO 1100 DTEX Z0	78	21.939	37	7
10.00004	FILATO 1100 DTEX Z100 6 Kg	87	21.933	37	6
10.02769	FILATO 1100 DTEX Z100 BLACK	RM	6.948	12	3
10.00538	FILATO 1670 DTEX Z100 6Kg	RM	5.278	9	2
10.00003	FILATO 550 DTEX Z100 6 Kg	101	4.857	8	4
10.00007	FILATO 2200 DTEX Z100	RM	2.458	4	2
10.02917	FILATO 550 DTEX Z0	RM	1.671	3	5
10.02928	FILATO 550 DTEX Z150	RM	986	2	3
10.02805	FILATO 880 DTEX Z100	RM	849	1	1
10.00154	FILATO 2200 DTEX Z0	RM	432	1	1
10.00009	FILATO 4400 DTEX Z60	RM	315	1	1
10.02795	FILATO 1100 DTEX Z100 5 KG	88	0	0	4
10.02786	FILATO 2200 DTEX Z100 BLACK	RM	0	0	3

Tabella 3. 17 Consumi e giacenza del filato: Giugno 2018

Si è quindi di fronte ad uno scenario che presenta un numero ridotto di referenze utilizzate, in cui il 15% è responsabile del 65% dei consumi; per queste

referenze sembra dunque l'ideale lo stoccaggio in un magazzino drive-in. Tutti gli altri codici sono caratterizzati da bassi consumi ma anche da giacenze poco elevate, e pertanto un eventuale stoccaggio in corsie da numerosi posti pallet non sarebbe comunque efficiente in termini di saturazione delle scaffalature.

3.6.3 LOGICHE E PERCORSI

Sebbene con un peso inferiore rispetto alle problematiche appena esposte, anche le logiche e i percorsi del magazzino granuli presentano alcune inefficienze. Un magazzino drive-in dovrebbe essere caratterizzato da giacenze simili e in quantità consumate rilevanti, mentre una logica di mappatura random funziona bene con referenze con accessi simili. Come si è visto nei paragrafi precedenti questo non succede nel magazzino granuli, il che comporta ad avere una serie di conseguenze a livello operativo:

- Referenze ad alta rotazione in posti scomodi dal magazzino, il che fa aumentare le distanze percorse e i tempi di prelievo del materiale.
- I bassi indici di saturazione delle scaffalature comportano ad avere corsie semivuote, pertanto gli operatori dovranno entrare più in profondità nei tunnel per prelevare le unità di carico. Unito al fatto che le corsie del magazzino granuli sono relativamente profonde, si avrà un aumento dei tempi di prelievo del materiale e quindi di quelli di percorrenza dei flussi in generale.

Nel corso del Capitolo 4 si riprenderanno queste tematiche per capire come esse vengano influenzate o modificate con l'adozione delle possibili soluzioni.

3.7 I FLUSSI ESTERNI

In questo paragrafo sarà trattato nel dettaglio il flusso esterno dei materiali che coinvolgono in maniera diretta o indiretta il magazzino granuli. Con flusso esterno si intende in questo caso quello che parte dalla produzione del granulo e che termina nei vari stabilimenti produttivi dove il granulo verrà trasformato.

Questa analisi sarà utile da un lato per avere un quadro generale del flusso granulo nella sua interezza, dall'altro per comprendere alcune inefficienze di tale flusso e come esso potrebbe essere migliorato o influenzato dopo l'implementazione dei cambiamenti che verranno descritti nel capitolo successivo.

Si riprendono a tal proposito alcuni concetti descritti nel Paragrafo 1.4 relativi ai vari plant del gruppo Fitt. In sintesi gli stabilimenti interessati da tale flusso sono:

- Polo logistico di San Pietro in Gu: magazzino semiautomatico in cui si ricevono i prodotti e materia prima dai vari stabilimenti produttivi e da cui si spedisce prodotto finiti ai vari clienti o materia prima ai plant.
- Stabilimenti produttivi di Fara e Lugo: a partire da resina di PVC viene prodotto il compound di PVC che viene poi confezionato in big bags e spedito al polo logistico.
- Stabilimento produttivo di Sandrigo: i big bags di granulo vengono ricevuti e immagazzinati nel magazzino drive-in per poi essere prelevati e mandati agli estrusori per la realizzazione del prodotto finito.

Il flusso del materiale di interesse è raffigurato nella Figura 3.33 (geograficamente non reale e non in scala):

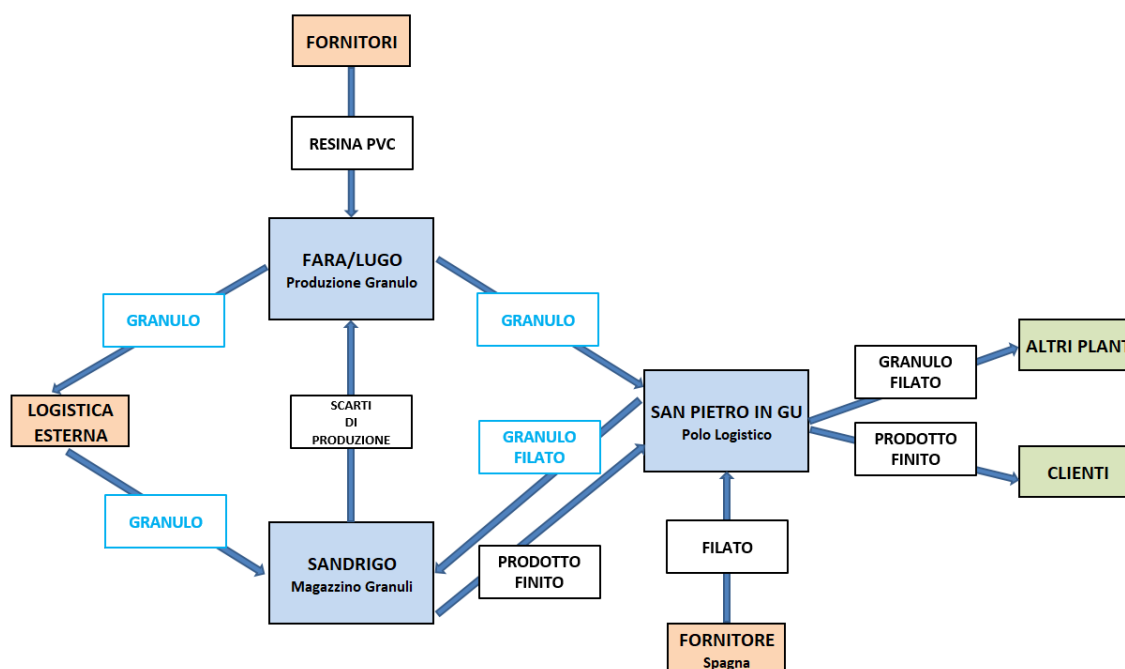


Figura 3. 33 Flusso esterno del granulo

In base ai piani di produzione gli stabilimenti di Fara e Lugo spediscono in media tre camion completi al giorno al polo logistico di San Pietro in Gu, ciascuno contenente un massimo di ventidue sacconi di granulo. In base ai piani di produzione di breve-medio periodo SPG spedisce a sua volta a Sandrigo un camion di media al giorno, per un totale quindi di ventidue pallet, i quali vengono immagazzinati nel

magazzino drive-in. In qualche occasione, per esempio a causa di materiale urgente, capita che alcuni sacconi vengano scaricati direttamente a Sandrigo invece che passare prima per il centro logistico. Il granulo viene lavorato e trasformato in prodotto finito che verrà poi spedito nuovamente a San Pietro in Gu dove verrà immagazzinato in attesa di essere consegnato ai vari clienti. Nello schema sono evidenziati altri tre flussi:

- Gli scarti di produzione e gli scarti del granulo vengono recuperati e spediti al plant di Lugo dove tramite processi dedicati vengono lavorati e trasformati nuovamente in granulo.
- Le spedizioni per lo stoccaggio di materiale in eccesso in logistiche esterne.
- La fornitura esterna di filato che viene stoccato a SPG per poi essere spedito al magazzino granuli.

Per ciascuno dei flussi descritti è possibile associarvi il costo necessario per trasferire le unità di carico ai vari stabilimenti. Per fare ciò si sono considerati i volumi produttivi di granulo del mese di Giugno 2018 ed in base a questi si sono stimati i costi mensili dei flussi esterni per il trasporto dei sacconi di granulo. La Tabella 3.18 e la Figura 3.34 indicano i trasferimenti in termini di unità di carico avvenuti tra i vari stabilimenti o logistiche esterne nel corso di Giugno 2018.

Parametro	Valore
Costo tratta	80 €/tratta
Capacità camion completo	22 udc
Udc trasferite Lugo/Fara → SPG	1462 big bags
Udc trasferite Lugo/Fara → Sandrigo	161 big bags
Udc trasferite SPG → Sandrigo	1010 big bags
Udc trasferite Lugo/Fara → Logistica Esterna	508 big bags
Udc trasferite Logistica Esterna → Sandrigo	485 big bags

Tabella 3. 18 Parametri per il calcolo dei costi di trasferimento

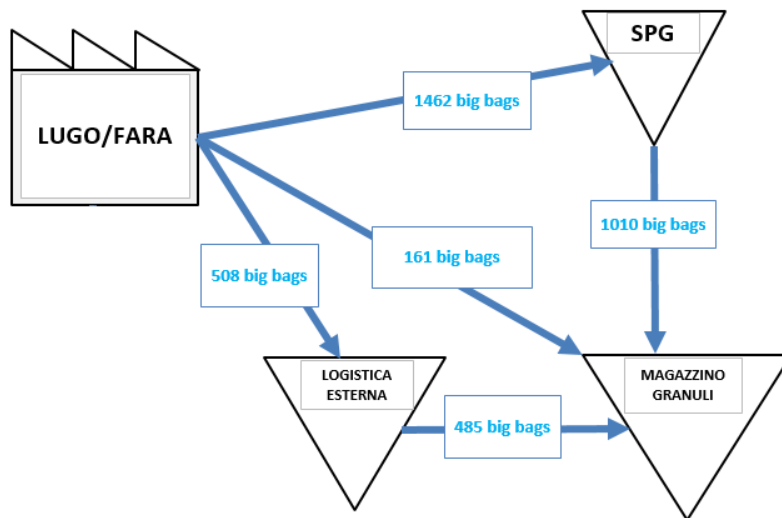


Figura 3. 34 Big bags trasferiti tra i vari stabilimenti: Giugno 2018

È possibile a questo punto effettuare una stima dei costi di trasferimento avvenuti nel mese di Giugno 2018, considerando solamente le unità di carico che hanno avuto come destinazione finale il magazzino granuli. Il costo per trasferire il granulo da Lugo o Fara al polo logistico sarà:

$$C_{L/F \rightarrow SPG} = N_{Camion} \times C_{Tratta}$$

Con:

$$N_{Camion} = \frac{N_{Pallet}}{Capacità\ Camion} = \frac{1010}{22} = [45,9] = 46\ Camion$$

Quindi:

$$C_{L/F \rightarrow SPG} = 46 \times 80 = \mathbf{3680\ €}$$

A pari modo, il costo per trasferire il granulo da San Pietro in Gu al magazzino granuli di Sandrigo sarà:

$$C_{SPG \rightarrow SND} = N_{Camion} \times C_{Tratta} = 46 \times 80 = \mathbf{3680\ €}$$

Per il calcolo del costo di trasferimento diretto da Lugo o Fara al magazzino granuli, si ipotizza essere avvenuto con camion completi (22 big bags per camion), anche se nella realtà questo succede raramente:

$$C_{L/F \rightarrow SND} = N_{Camion} \times C_{Tratta} = \left[\frac{161}{22} \right] \times 80 = 8 \times 80 = \mathbf{640\ €}$$

L'ultima voce di costo è quella legata all'uso della logistica esterna e ai trasferimenti ad essa legati. Non si sono in questo caso considerate le tariffe mensili per la giacenza dei sacconi di granulo.

$$C_{logistica\ esterna} = C_{L/F \rightarrow log.est.} + C_{log.est \rightarrow SND} = \left[\frac{485}{22} \right] \times 80 + \left[\frac{485}{22} \right] \times 80 \\ = 3520 \text{ €}$$

Riassumendo, nel mese di Giugno 2018 per trasferire 1656 big bags al magazzino granuli sono stati spesi:

$$C_{Trasferimento}^{tot} = C_{L/F \rightarrow SPG} + C_{SPG \rightarrow SND} + C_{L/F \rightarrow SND} + C_{logistica\ esterna} \\ = 3680 + 3680 + 640 + 3520 = 11520 \text{ €}$$

Se si ripartisce questo valore su ciascuno dei sacconi movimentati, si ottiene una stima grezza del costo unitario per trasferire un singolo pallet:

$$C_{Trasferimento}^u = \frac{C_{Trasferimento}^{tot}}{Pallet\ Totali\ Movimentati} = \frac{11520}{1656} \cong 7 \text{ €/plt}$$

La ragione per cui questo flusso di materiale è soggetto ad analisi è che nella situazione odierna i camion che partono da Fara o Lugo per raggiungere il polo logistico di SPG passano esattamente di fronte allo stabilimento di Sandrigo, ossia la destinazione finale. Si crea pertanto un flusso merci ridondante dal momento che i camion passano due volte per lo stesso punto compiendo una tratta in più. Questa situazione è illustrata nella Figura 3.35.

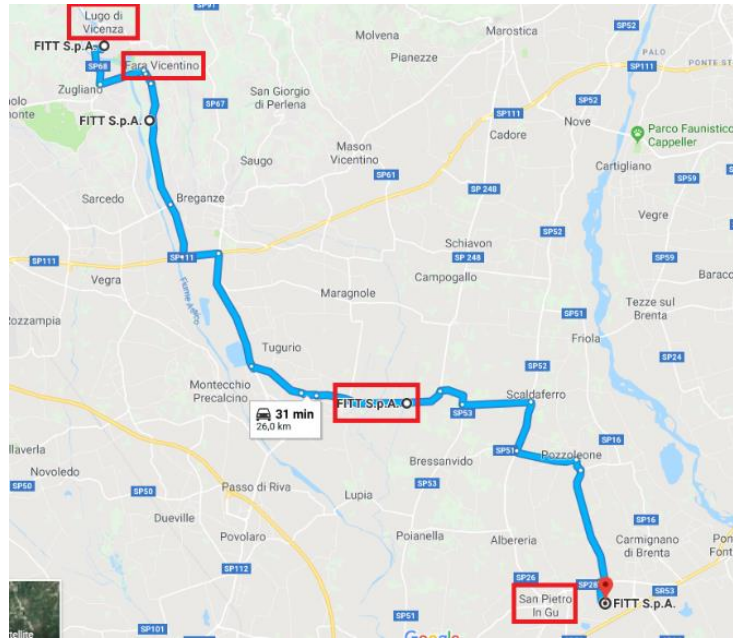


Figura 3. 35 L'itinerario compiuto dai sacconi di granulo da Lugo/Fara al polo logistico

È chiaro quindi che se da un lato il flusso merci sopra descritto è corretto da un punto di vista teorico, dall'altro è soggetto ad un'inefficienza intrinseca che può essere sfruttata per risparmiare tempo e denaro.

Si ipotizzi di eliminare il polo logistico di San Pietro in Gu, e che quindi tutti i granuli necessari per la produzione a Sandrigo vengano trasferiti direttamente da Lugo/Fara al magazzino granuli. In questo caso il costo di trasferimento nel mese di Giugno 2018 sarebbe stato:

$$C_{L/F \rightarrow SND} = N_{Camion} \times C_{Tratta} = \left[\frac{1656}{22} \right] \times 80 = 76 \times 80 = \mathbf{6080 \text{ €}}$$

Si otterrebbe in questo modo un risparmio del 47% sui costi totali. Ovviamente quest'ultima caso rappresenta una situazione che nello stato attuale non sarebbe fattibile, poiché il magazzino granuli non ha la capacità sufficiente per stoccare tutto quello che produce Fara/Lugo ogni giorno. Ad oggi i trasferimenti diretti avvengono solo in caso di necessità di materiale urgente per la produzione. Si può però effettuare una conclusione: più big bags si riescono ad immagazzinare nel magazzino granuli senza passare per il polo logistico, più diminuiscono i costi legati al trasporto e all'utilizzo di logistiche esterne. Aumentare pertanto la capacità del magazzino comporterebbe vantaggi non solo legati al saving in logistiche esterne, ma anche un risparmio in costi e tempi di trasferimento delle unità di carico.

CAPITOLO 4: LO STATO TO-BE

Il capitolo finale descriverà lo stato To-Be del magazzino granuli, ossia come cambierà il magazzino una volta implementate le soluzioni proposte. Si cercherà nello specifico di risolvere i problemi riscontrati attraverso un lavoro di ottimizzazione e re-layout dell'attuale configurazione. Essendo i layout alternativi fortemente limitati dalle ristrette dimensioni del magazzino la gestione degli spazi assumerà un ruolo fondamentale.

L'obiettivo finale sarà quello di aumentare la capacità di stoccaggio del magazzino granuli in termini di quantità e numero di codici al fine di risolverne in primo luogo le problematiche e successivamente ridurre la quantità di stoccaggio nelle logistiche esterne e ottenere un conseguente saving di denaro.

La Figura 4.1 riassume i problemi del magazzino granuli e le conseguenze riscontrate nel Capitolo 3.



Figura 4. 1 Riepilogo delle problematiche del magazzino granuli e delle loro conseguenze

Verranno presentate due proposte di layout e per ciascuna soluzione verranno descritti:

- Le ragioni e gli obiettivi della scelta.
- Il layout e il suo dimensionamento.
- L'impatto sulle prestazioni, sulla mappatura e sui flussi e il confronto con lo stato As-Is.

- Una simulazione per testare l'efficacia della soluzione proposta.
- L' impatto sui costi e il saving in logistiche esterne.

4.1 PROCEDURA PER LA DETERMINAZIONE DELLA PROFONDITA' DELLE CORSIE IN MAGAZZINI DRIVE-IN A GIACENZE DIFFERENTI

Una delle caratteristiche principali di un magazzino drive-in è quella di avere un limitato numero di referenze ad alta densità. Una situazione in cui i codici a magazzino abbiano giacenze e consumi molto diversi e quindi che si possano a tutti gli effetti raggruppare in classi di prodotto, non è una soluzione semplice da gestire con una logica a tunnel dal momento che le corsie hanno una capacità fissa e codici in ciascuna corsia devono essere gli stessi. Si possono tuttavia verificare delle situazioni in cui questo avviene, con la conseguenza che il magazzino non è in grado di ricevere ulteriori referenze nonostante possa essere poco saturato. Utilizzare una mappatura per classi non risolve il problema: tale criterio funziona bene in presenza di scaffalature a semplice profondità ma non si può estendere al caso di un magazzino drive-in. Si è quindi cercato di individuare una procedura che permetta di gestire, attraverso una modifica di layout, codici di classi di consumo diversi stoccati in un magazzino drive-in. L'obiettivo è quello di suddividere il magazzino in aree a diversa giacenza con profondità delle scaffalature che rispecchi il fabbisogno di ciascun codice stoccato in ciascuna area.

Si illustrerà di seguito la procedura generale e la si applicherà in seguito per definire uno de re-layout proposti.

- 1) Si considerano tutti i codici stoccati a magazzino in un arco di tempo ritenuto significativo.
- 2) Per ciascun codice si ricava lo storico dei consumi⁴ nell'unità di tempo in un arco temporale desiderato. Per ciascuno dei codici si ricavano i consumi medi C_i nell'unità di tempo.

⁴ Trattandosi il caso esaminato di un magazzino materie prime, il consumo è la variabile determinante per la rotazione del magazzino. Nel caso di stoccaggio di prodotto finito si possono usare, per esempio, le vendite.

3) Si sceglie un indice di rotazione del magazzino I_R nell'arco di tempo considerato. Può essere quello attuale o un target obiettivo.

4) Si calcola per ciascun codice la giacenza necessaria per soddisfare i consumi di materiale con l'indice di rotazione scelto.

$$G_i = \frac{C_i}{I_R}$$

5) Si sceglie il numero "j" di classi o aree in cui si vuole suddividere il magazzino.

6) Si effettua un'analisi ABC (AB se $j=2$) "Giacenza necessaria-Numero di codici" scegliendo una percentuale per ciascuna classe. Si può per esempio iniziare con una 20/80: nella classe A andrà l'80% delle giacenze, nella B il 15% e nella C il 5%. L'analisi fornisce il numero di codici N_j che andranno ad occupare ciascuna classe.

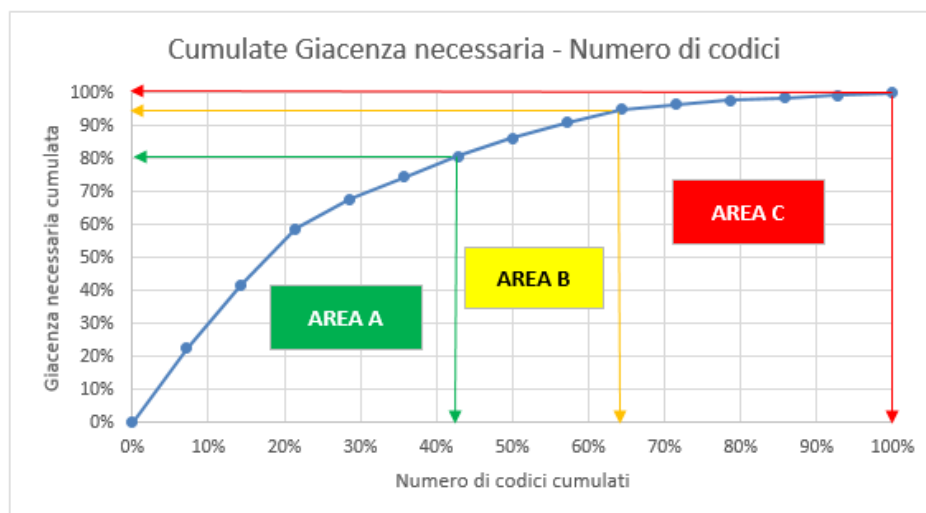


Grafico 4. 1 Classificazione ABC Giacenza necessaria-Numero di codici: 80-15-5

Suddividendo i codici nella classe corrispondente e calcolandone la giacenza media G_j , si può ottenere una prima grezza stima delle dimensioni che avranno le corsie delle varie classi.

7) Si prende ora in considerazione il layout del magazzino.

7a) Si sceglie la direzione del layout del magazzino. A seconda della scelta il Modulo di Base svilupperà in direzione longitudinale o trasversale.

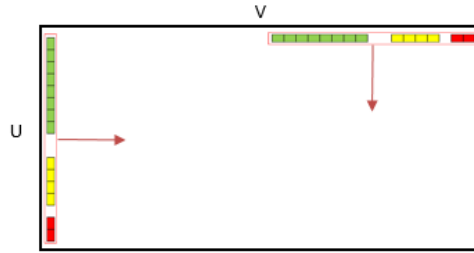


Figura 4. 2 Il modulo di base potrà svilupparsi in direzione longitudinale o trasversale

7b) Si definisce il Modulo di Base che verrà replicato lungo le dimensioni del magazzino e i parametri fondamentali per il dimensionamento. Esso comprenderà le unità di carico di ciascuna classe e i corridoi che le dividono. Per esempio, se $j=3$:

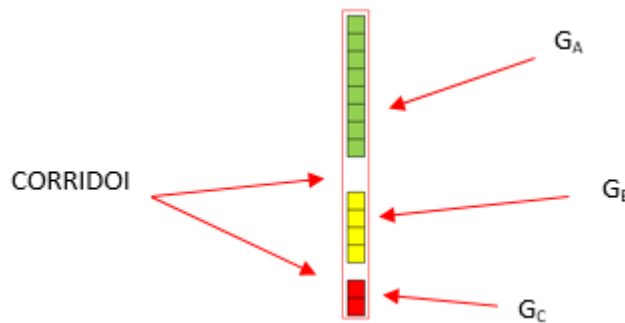


Figura 4. 3 Il modulo di base comprenderà le udc di ciascuna classe

Nel caso longitudinale:

$$Ripetizioni\ MdB = \frac{Larghezza\ disponibile}{Larghezza\ MdB} = \frac{V}{Larghezza\ Campata}$$

$$N_{Corsie}^{Tot} = N_{Corsie\ per\ MdB} \times Ripetizioni\ MdB = N_j \times Ripetizioni\ MdB$$

Il numero di corsie fornisce un'indicazione sulla bontà del numero di classi scelte al punto 5: se infatti $N_{Corsie} < N_{Codici}$ il magazzino non dispone delle corsie necessarie per immagazzinare tutti i codici. Si può provare quindi aumentare il numero di classi e ripartire dal punto 6), cambiare direzione del layout al punto 7a), o prevedere altre logiche come lo sfruttamento delle corsie comunicanti per inserire in una stessa corsia codici diversi dalle due testate del tunnel.

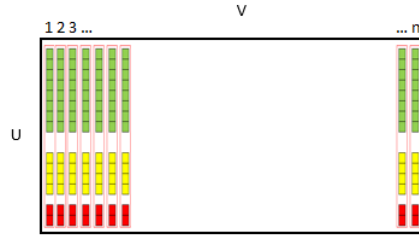


Figura 4. 4 Sviluppo longitudinale del modulo di base

Si definiscono quindi la larghezza dei corridoi e le dimensioni del vano porta pallet, per poi definire la quantità Q_{MdB} che rappresenta le postazioni pallet totali, suddivise tra le j classi, presenti in ciascun Modulo di Base.

$$Q_{MdB} = \frac{\text{Postazioni}}{MdB} = \frac{U - \text{Larghezza corridoio} \times N_{\text{Corridoi}}}{\text{Profondità postazione pallet}}$$

8) Si considerano ora le giacenze medie G_j ricavate al punto 6. Si verifica innanzitutto che:

$$\sum_{j=1}^j G_j \leq Q_{MdB} \quad j = A, B, C$$

Si controlla quindi che le giacenze necessarie per ciascuna classe possano effettivamente essere contenute nel Modulo di Base. Se questo succede allora la procedura termina, ma se la somma delle G_j è di molto inferiore a Q_{MdB} è possibile:

8a) Aumentare le giacenze per ciascuna classe in ciascun modulo di base per un stesso fattore moltiplicativo k^+ definito da:

$$k^+ = \frac{Q_{MdB}}{\sum_{j=1}^j G_j}$$

Per esempio:

G_A	4
G_B	2
G_C	1
Q_{MdB}	14

$$k^+ = \frac{14}{4+2+1} = 2 \quad G_A^{k^+=2} = G_A \times k^+ = 8, G_B^{k^+=2} = 4, G_C^{k^+=2} = 2$$

Al posto di due moduli da 7 (4+2+1) posti pallet se ne può avere uno da 14 (8+4+2) saturando lo spazio a disposizione.

8b) Cambiare la direzione del layout.

Se al contrario succede che

$$\sum^j G_j > Q_{MdB} \quad j = A, B, C$$

sarà necessario ridurre le G_j in modo che $G_j = Q_{MdB}$. Per fare questo ho varie alternative:

8c) Diminuire le giacenze necessarie nei moduli dividendo le postazioni per un fattore comune k^- .

$$k^- = \frac{\sum^j G_j}{Q_{MdB}}$$

Per esempio:

G_A	20
G_B	10
G_C	4
Q_{MdB}	17

$$k^- = \frac{20+10+4}{17} = 2 \quad G_A^{k^-=2} = \frac{G_A}{k^-} = 10, G_B^{k^-=2} = 5, G_C^{k^-=2} = 2$$

Al posto di un modulo da 20+10+4 si prevedono due moduli da 10+5+2.

Con quest'ultima soluzione il numero dei moduli aumenta. Bisogna quindi tenere conto anche delle dimensioni del layout disponibile. Una semplice alternativa è quella di introdurre un ulteriore ripiano al drive-in per raddoppiare/triplicare la capacità di ciascun modulo.

9) Una volta scelto il modulo di base si effettua un'ultima verifica riguardo il numero di corsie. Per ciascuna classe servirebbe un numero di corsie pari a:

$$N_{Corsie}^j = \sum_i^{1=Nj} \left[\frac{G_i}{Postazioni_j} \times \frac{1}{N_{piani}} \right]$$

dove ciascun rapporto è arrotondato all'intero successivo. Si verifica quindi che le corsie totali calcolate al punto 7b siano sufficienti.

$$\sum^j N_{Corsie}^j < N_{Corsie}^{Tot} \quad j = A, B, C$$

10) Se le corsie necessarie sono superiori a quelle disponibili si può cercare di modificare l'ampiezza delle classi per trovare la miglior combinazione di postazioni

per MdB per ciascuna classe. Poiché il modulo prevede lo stesso numero di corsie per ciascuna area, si può cercare di bilanciare le “j” aree in termini di numero di codici e quindi corsie. Per esempio: nell’Area A si può decidere di stoccare il 35% dei codici, nella B il 35% e nella C il 30%.

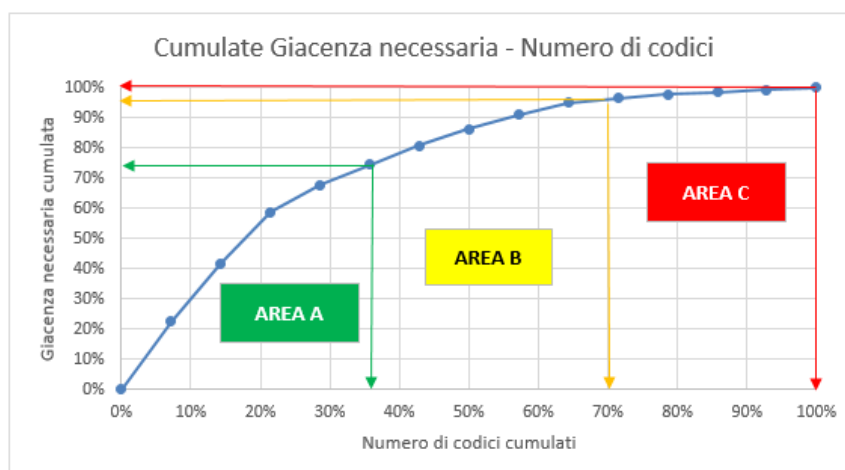


Grafico 4. 2 Classificazione ABC Giacenza necessaria-Numero di codici: 35-35-30

Si calcolano a questo punto le nuove G_j e si itera dal punto 8) finché non si è trovata una configurazione soddisfacente.

4.2 RE-LAYOUT 1: IL DRIVE-IN PER CLASSI

La prima proposta di re-layout si basa sul dividere le zone di stoccaggio dell’attuale drive-in, quella centrale e quella laterale che affianca la parete dell’edificio, in tre aree diverse attraverso la procedura illustrata nel Paragrafo 4.1.

Ragioni e obiettivi della scelta. I motivi che hanno portato a questa scelta sono legati al fatto di risolvere i problemi relativi alla gestione della varietà dei codici granulo e della bassa giacenza che caratterizza alcune referenze. Nel Capitolo 3 si è infatti visto come le corsie del drive-in siano spesso troppo profonde per i codici che contengono, con il risultato che esse vengono occupate nemmeno per metà da codici caratterizzati da un basso consumo e una bassa giacenza. L’idea di questo re-layout è quella di aumentare il numero di corsie modificando la profondità dei tunnel in proporzione ai consumi dei codici prodotto: ai codici ad alto consumo verranno riservate giacenze più elevate e nelle zone più vicine ai sili, viceversa a quelli a basso consumo verranno dedicate meno postazioni e nelle aree più distanti. Non sarà quindi una modifica esclusiva del layout, ma influirà anche sulle logiche di mappatura e dei percorsi.

Una soluzione di questo tipo non ha quindi lo scopo di aumentare la capacità di stoccaggio in termini di posti pallet, ma quello di incrementare la sua capacità di contenere una varietà di codici più elevata. Il magazzino granuli non è infatti caratterizzato da bassi indici di saturazione delle scaffalature a causa della mancanza di spazio disponibile, bensì per il deficit di gestire molti codici con consumi molto diversi tra loro.

Definizione del layout. Per la definizione delle varie aree si seguirà la procedura per la determinazione della profondità delle corsie in magazzini drive-in a giacenze differenti descritta nel Paragrafo 4.1.

Si sono ricavati i consumi medi mensili per tutti i codici granulo e filato in un periodo di tempo che va da Giugno 2017 a Giugno 2018 e si è scelto il seguente indice di rotazione, molto simile a quello attuale calcolato nel Capitolo 3.

$$I_R = 2,5 \text{ rotazioni/mese}$$

e quindi una copertura di

$$\text{Copertura} = \frac{1}{I_R} = 2 \text{ settimane}$$

Si inizia suddividendo il magazzino in tre aree, pertanto si avrà $j=3$. La correttezza di questa scelta verrà confermata più avanti nel calcolo del numero di corsie e nell'analisi ABC.

Dopo aver calcolato per ciascun codice le giacenze necessarie come rapporto tra il consumo medio e l'indice di rotazione scelto, si effettua un'analisi ABC 20/80 "Giacenza necessaria-Numero di codici", riportata nel Grafico 4.3. Risulta che il 33% dei codici è responsabile dell'80% delle giacenze, il 42% dei codici è responsabile del 15% delle giacenze e infine che il 5% delle giacenze è determinato dal 25% dei codici. Nel caso in esame si dovranno stoccare 165 codici diversi con una giacenza necessaria complessiva di 732 unità di carico.

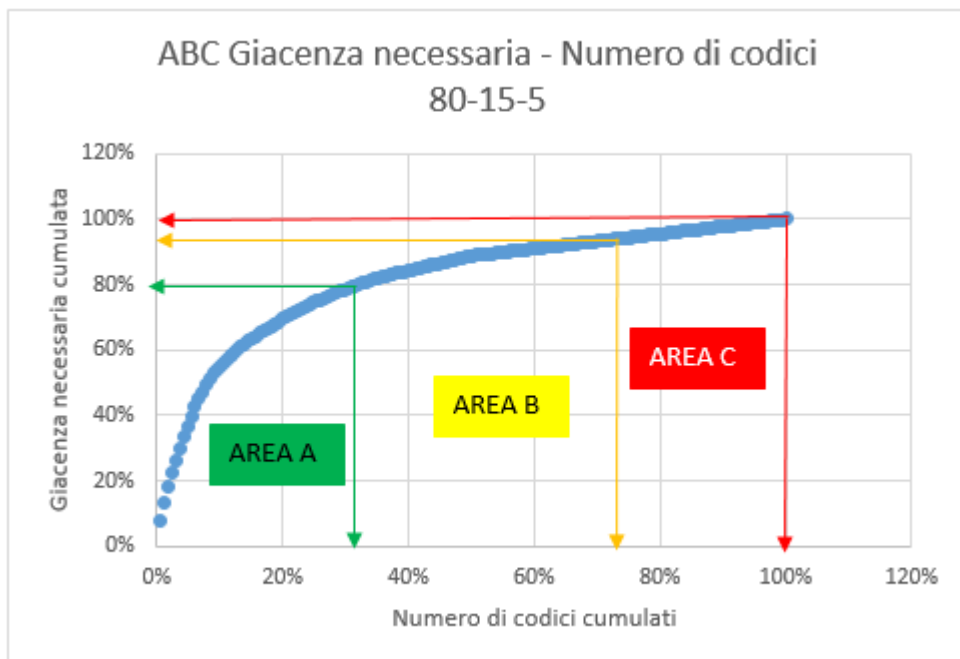


Grafico 4. 3 Classificazione ABC Giacenza necessaria-Numero di codici: 80-15-5

Si è calcolata quindi la giacenza media di ciascuna area che fornirà una prima grezza stima della profondità necessaria delle corsie.

$G_A=11$ con $N_A=51$ codici

$G_B=2$ con $N_B=73$ codici

$G_C=1$ con $N_C=41$ codici

Si prende ora in considerazione il layout. Si verifica innanzitutto la disponibilità di un ulteriore piano. Poiché nello stato attuale è già previsto un primo piano, le giacenze appena trovate possono essere ripartite su due livelli.

$G_A=6$

$G_B=1$

$G_C=1$

Viste la forma e le dimensioni del layout e considerata la posizione dei sili, si è deciso di sviluppare il layout in direzione longitudinale. Si considera come area iniziale del layout quella rettangolare in Figura 4.5.

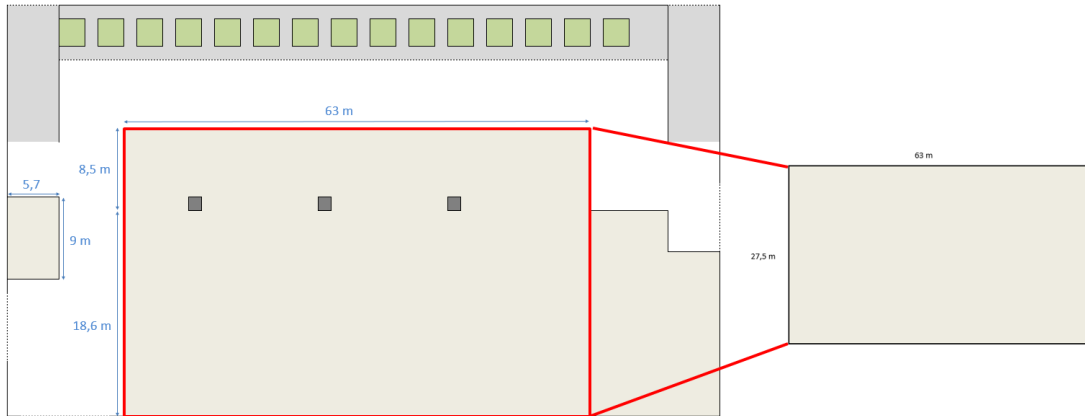


Figura 4. 5 Area disponibile

Si definisce il modulo di base che verrà replicato longitudinalmente lungo il magazzino. In accordo con le giacenze appena calcolate il modulo iniziale comprenderà 6 postazioni per l'area A, una per la B e una per la C. Si otterranno quindi tre aree: l'area A con profondità maggiore e più vicina ai sili, un'area B intermedia e un'area C che costeggia le pareti dell'edificio. Un layout che si avvicini quindi a quello in Figura 4.6.

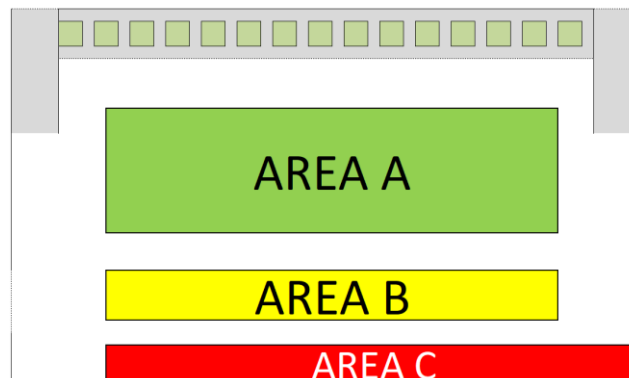


Figura 4. 6 Divisione dello spazio disponibile nelle tre aree a diversa giacenza

Si calcolano i parametri per la definizione del modulo di base.

$$Ripetizioni\ MdB = \frac{Larghezza\ disponibile}{Larghezza\ MdB} = \frac{63}{1,7} = 37\ ripetizioni$$

$$N_{Corsie}^{Tot} = N_j \times Ripetizioni\ MdB = 3 \times 37 = 111\ corsie$$

Dal momento che i codici totali da stoccare sono 165, si ha che $N_{Corsie} < N_{Codici}$. Tuttavia ipotizzando di sfruttare le corsie comunicanti nell'area A e B (come nello stato As-Is) le corsie ottenute saranno sufficienti per tutti i codici, senza contare l'area del magazzino non momentaneamente considerata.

$$N_{Corsie}^{Tot} = N_{Corsie}^{Area A} + N_{Corsie}^{Area B} + N_{Corsie}^{Area C} = 37 \times 2 + 37 \times 2 + 37 = 185 > N_{Codici} = 165$$

Se si avesse scelto di avere due classi (j=2, come nello stato As-Is), si capisce che le corsie non sarebbero state sufficienti.

$$Q_{MdB} = \frac{\text{Profondità disponibile} - \text{Larghezza corridoio} \times N_{Corridoi}}{\text{Profondità postazione pallet}} \\ = \frac{27,5 - 5 \times 2}{1,4} = [12,5] = 12 \text{ postazioni/MdB}$$

Considerata quindi la profondità disponibile per lo stoccaggio, ciascun modulo di base potrà contenere un massimo di 12 posti pallet. Bisogna ora verificare che le giacenze per ciascuna area siano compatibili con questi limiti. Risulta che:

$$\sum_j^j G_j = G_A + G_B + G_C = 6 + 1 + 1 = 8 < Q_{MdB}$$

Si calcola pertanto il fattore k^+ per distribuire in maniera proporzionale le postazioni tra le tre classi.

$$k^+ = \frac{Q_{MdB}}{\sum_j^j G_j} = \frac{12}{8} = 1,5$$

Quindi

$$G_A^{k^-} = G_A \times k^+ = 6 \times 1,5 = 9 \quad G_B^{k^-} = 1,5 \quad G_C^{k^-} = 1,5$$

Si decide di prevedere un modulo di base con 2 postazioni per l'area B, 2 per la C e le rimanenti 8 postazioni per la classe A.

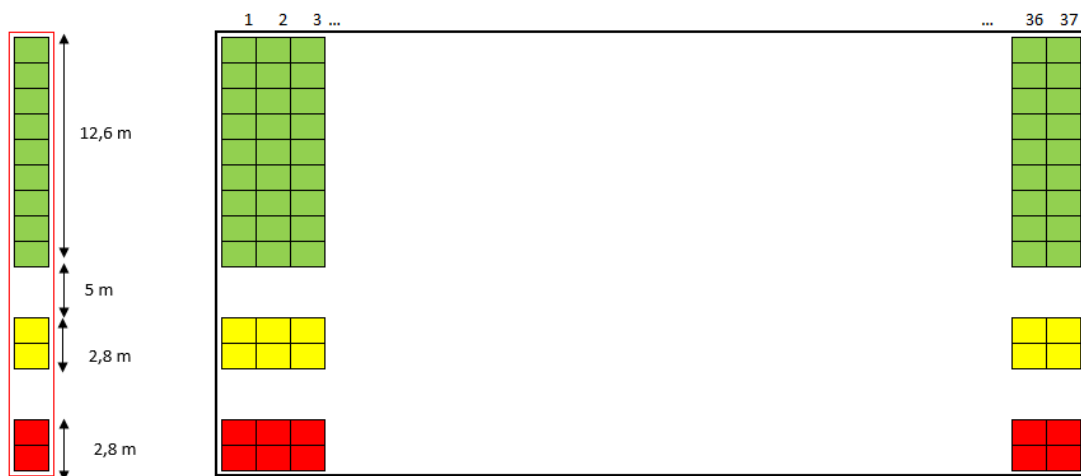


Figura 4. 7 Prima iterazione: MdB 8+2+2

Si verifica infine che il numero di corsie totale per area siano sufficienti a contenere la giacenza necessaria. Per ciascuna classe servirebbe un numero di corsie pari a:

$$N_{Corsie}^j = \sum_i^{1=n} \left[\frac{G_i}{Postazioni_j} \times \frac{1}{N_{piani}} \right]$$

$$N_{Corsie}^A = \sum_i^{1=51} \left[\frac{G_i}{Postazioni_j} \right] = 64 \text{ corsie} \quad N_{Corsie}^B = 73 \quad N_{Corsie}^C = 41$$

Si può affermare che il numero di corsie necessarie per inserire le giacenze è sufficiente rispetto a quelle disponibili ma anche che è sbilanciato verso la classe C. Inoltre si può notare che l'area B ha una profondità di due postazioni ma con la presenza di corridoi da ambo i lati: questo significherebbe avere una selettività maggiore per la classe B rispetto alla classe C. Si può quindi cercare di modificare l'analisi ABC iniziale alla ricerca di una soluzione migliore, cercando di aumentare il numero di codici destinati all'area C che è quella a profondità minore. Con un giacenza cumulate del 75% per la classe A, 15% della B e 10% della C si ottengono i risultati della Tabella 4.1⁵.

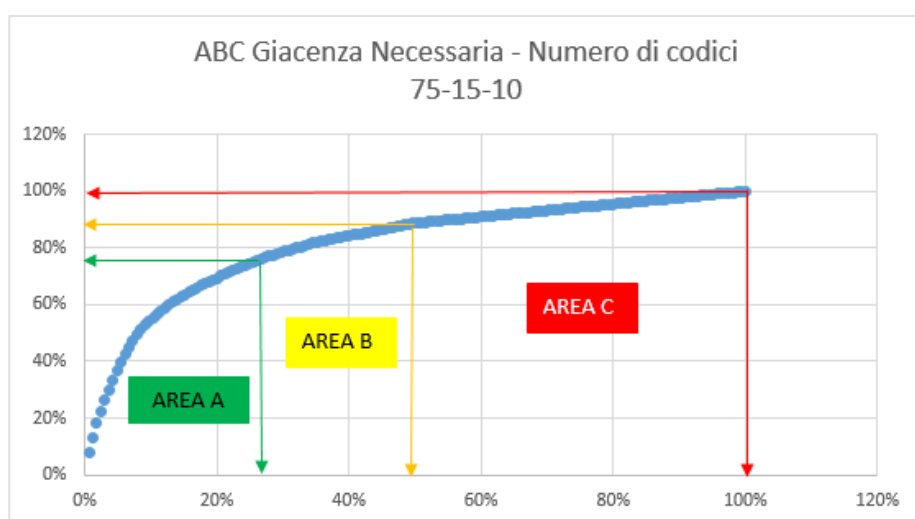


Grafico 4. 4 Classificazione ABC Giacenza necessaria-Numero di codici: 75-15-10

⁵ La consultazione delle tabelle cumulate è disponibile nell'Appendice.

	N_j	G_j	G_j per piano	K^+	$G_j (k^+=1,2)$
A	43	13	7	1,2	8,4
B	45	3	2	1,2	2,4
C	77	1	1	1,2	1,2

Tabella 4. 1 Seconda iterazione: calcolo parametri

Si sceglie di avere un modulo di base con 8 postazioni per l'area A, 3 per la B e una per la C.

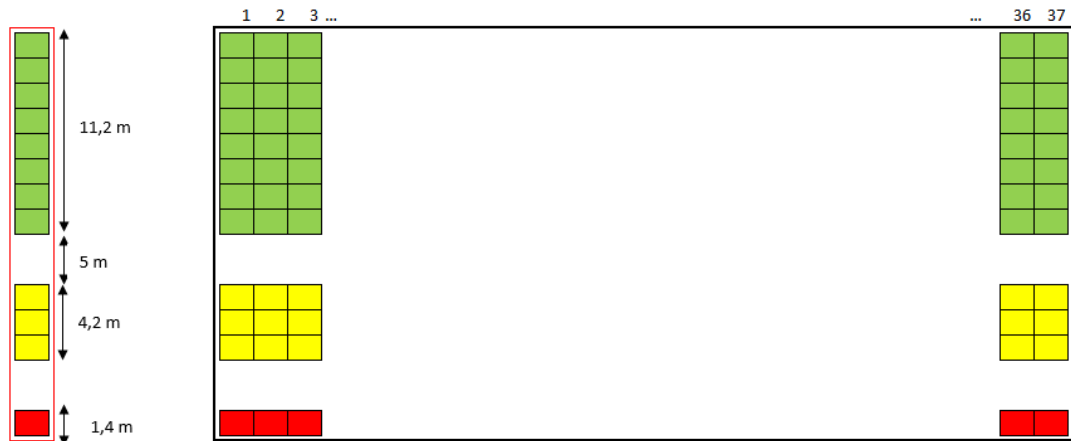
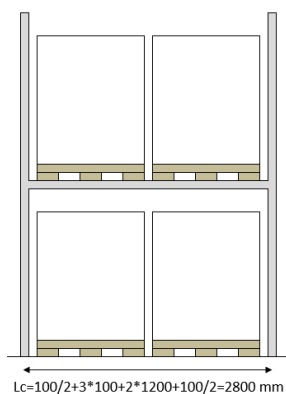


Figura 4. 8 Seconda iterazione: MdB 8+3+1

Per ciascuna classe servirebbe un numero di corsie pari a:

$$N_{Corsie}^A = \sum_{i=1}^{43} \left[\frac{G_i}{Postazioni_j} \right] = 59 \text{ corsie} \quad N_{Corsie}^B = 45 \quad N_{Corsie}^C = 77$$

Il numero delle corsie sembra ancora sbilanciato per la classe C. In realtà si vede che con tale configurazione quest'area ha profondità singola e pertanto può essere gestita come se fosse a selettività unitaria. Poiché la giacenza necessaria per i codici di quest'area è praticamente per tutti di un saccone, il fatto di avere scaffalature a semplice profondità comporta grandi vantaggi, tra cui il fatto di avere indici di selettività unitari e la possibilità di raggiungere saturazioni più elevate rispetto ad un classico drive-in. Per questa parte di magazzino si verificherà quindi se è possibile recuperare alcuni posti installando scaffalature a semplice profondità rispetto al drive-in. Prevedendo due unità di carico a campata si ha che:



$$L_{Campata} = \frac{S_{montante}}{2} + 3 \times gioco_{udc} + 2 \times L_{udc} +$$

$$\frac{S_{montante}}{2} = \frac{100}{2} + 3 \times 100 + 2 \times 1200 + \frac{100}{2} = 2800 \text{ mm}$$

$L_c = 100/2 + 3 \times 100 + 2 \times 1200 + 100/2 = 2800 \text{ mm}$

Figura 4. 9 Dimensionamento
larghezza della campata

Considerata tutta la lunghezza disponibile lungo la parete e il fatto che essa sia intervallata dalle uscite di sicurezza si ha che:

Lunghezza campata	2,8 m			
Lunghezza disponibile	5,6 m	18,7 m	23,8 m	19,7
L_c/L_{disp}	[2]	[6,6]	[8,5]	[7,03]
Numero campate	2	6	8	7

Tabella 4. 2 Calcolo numero di campate

Con una scaffalature a semplice profondità si riuscirebbero ad avere

$$Capacità_{Area C}^{Sempl.prof.} = N_{Campate} \times Posti \text{ pallet}_{Campata} = (2 + 6 + 8 + 7) \times 2$$

$$= 46 \text{ udc/piano} > Capacità_{Area C}^{Drive-in} = 39 \text{ udc/piano}$$

L'utilizzo di scaffalature a semplice profondità conviene, di poco, in termini di capacità ma è meno conveniente in termini di costo poiché bisognerebbe costruire la scaffalatura da zero. Avere selettività unitaria per l'area C permette tuttavia di sfruttare al meglio la saturazione volumetrica per la costruzione di un terzo livello. L'aggiunta di un piano è infatti un'opzione fattibile in termini di spazio per questo tipo di drive-in:

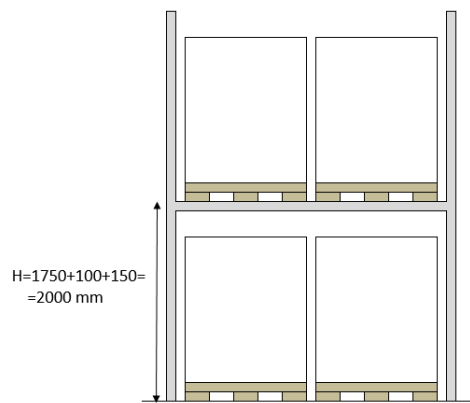


Figura 4. 10 Dimensionamento altezza vano

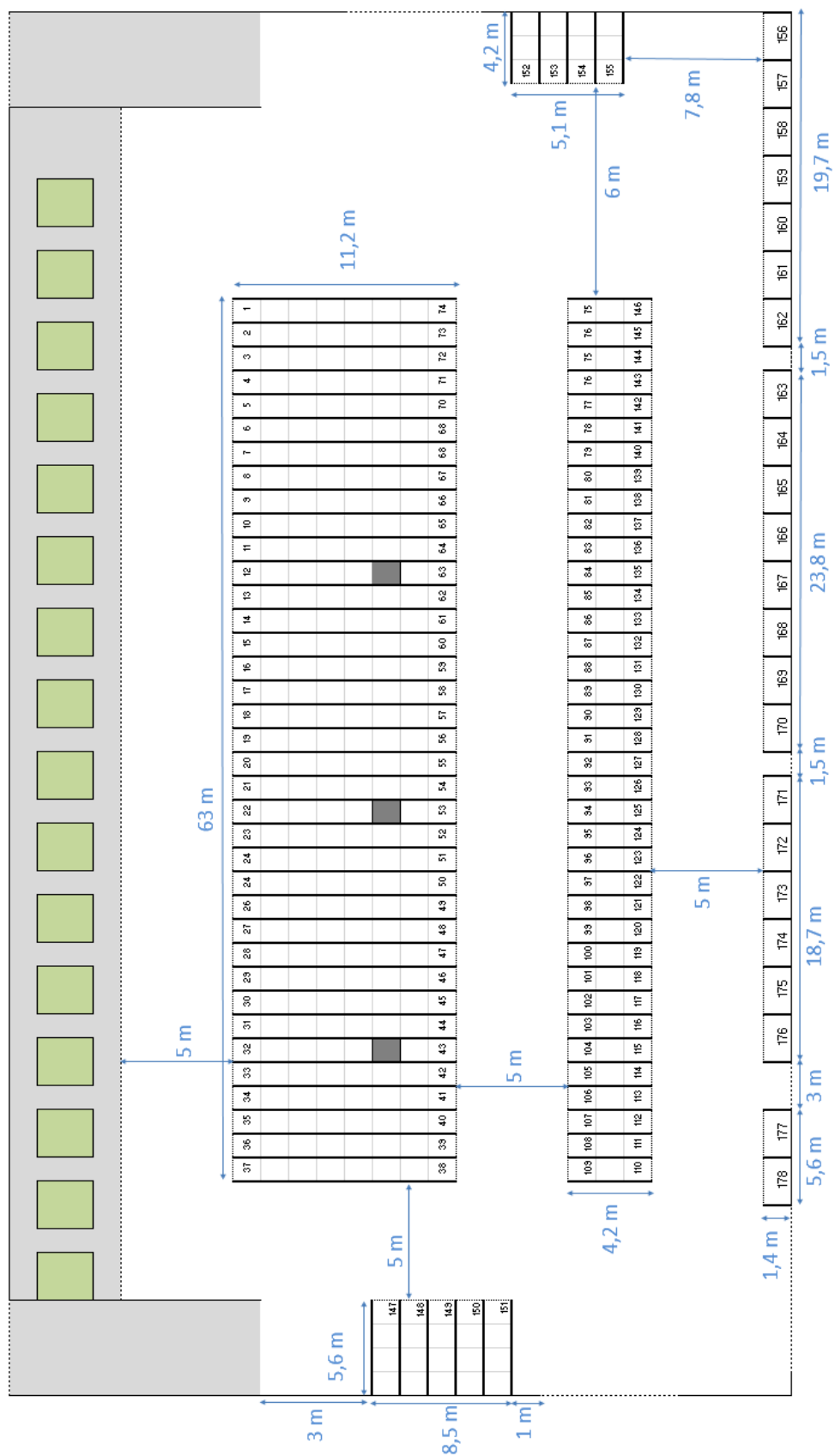
$$H_{Campata} = H_{udc} + g_{vano} + s_{corrente} = 1750 + 100 + 150 = 2000 \text{ mm}$$

$$H_{utile} = H_{disp} - g_{soffitto} = 7 - 1 = 6 \text{ m}$$

$$N_L = \frac{H_{utile}}{H_{Campata}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ livelli}$$

Il problema dell'aggiunta di un secondo piano nel drive-in comporterebbe la movimentazione all'interno dei tunnel di unità di carico da più di una tonnellata ad un'altezza superiore ai 4 metri, il che renderebbe questa soluzione non fattibile per tematiche sulla sicurezza. Con scaffalature a semplice profondità questo problema non si pone poiché il carrellista non entra fisicamente nelle corsie, ma deve solo prelevare e abbassare le forche.

Si riporta in Figura 4.11 il layout definitivo. Si è deciso di sfruttare anche lo spazio disponibile non considerato nella precedente analisi e ad oggi non utilizzabile per la presenza delle unità di carico stoccate fuori dalle scaffalature. Si sono pertanto previste 5 corsie con 4 posti pallet per piano e 4 corsie a profondità che possono considerate dell'area A. Si è inoltre tenuto in considerazione la presenza inevitabile delle colonne portanti dell'edificio che attraversano l'area A e le uscite di sicurezza nell'area C.



Impatto sulle prestazioni. In questa sezione verranno descritti le implicazioni del re-layout sui fattori fondamentali che concorrono all'ottimizzazione di un magazzino.

Verranno di seguito descritti gli indici che si modificano con il re-layout: l'indice di saturazione superficiale e volumetrico, la capacità di magazzino e l'indice di selettività.

$$I_{SAT}^{SUP} = \frac{\text{Superficie Utilizzata}}{\text{Superficie Totale}} = \frac{Sup_{Area A} + Sup_{Area B} + Sup_{Area C}}{\text{Superficie totale}}$$

$$= \frac{(63 \times 11,2 + 8,5 \times 5,6 + 5,1 \times 4,2) + 63 \times 4,2 + (2,8 \times 23) \times 1,4}{36 \times 84} = 37\%$$

$$I_{SAT 1.A}^{VOL} = \frac{\text{Volume Utilizzato}}{\text{Volume Totale}}$$

$$= \frac{\text{Superficie Occupata} \times \text{Altezza Campata} \times \text{Numero Piani}}{\text{Superficie Totale} \times \text{Altezza Magazzino}}$$

$$= \frac{1040,75 \times 2,35 \times 2 + (2,8 \times 23 \times 1,4) \times 2 \times 3}{3024 \times 7} = 27\%$$

L'indice di saturazione superficiale cala pertanto dal 46% al 37%, risultato prevedibile vista l'aggiunta di un ulteriore corridoio. Nonostante l'aggiunta di un piano per l'area C, diminuisce anche l'indice di saturazione volumetrico, che passa dal 33% al 27%.

La Tabella 4.3 riporta i posti pallet disponibili per ciascuna delle aree individuabili nel nuovo layout:

Area	Posti pallet
Area A	650
Area B	222
Area C	138

Tabella 4. 3 Capacità per area re-layout 1

La capacità del magazzino sarà pertanto pari a

$$\text{Capacità} = 650 + 222 + 138 = 1010 \text{ posti pallet}$$

Rispetto all'attuale layout la capacità cala pertanto del 17%. Come accennato nell'introduzione di questo paragrafo, l'obiettivo del re-layout non è tanto aumentare la capacità di stoccaggio quanto incrementare il numero di corsie diminuendo le loro profondità e aumentare così la selettività. Trascurando l'area C che ha un indice di selettività del 100%, si ha che:

$$I_S^{Area A e B} = \frac{Udc \text{ direttamente accessibili}}{Capacità Magazzino} = \frac{N_{corsie} \times N_{piani}}{Capacità aree A e B} = \frac{155 \times 2}{650 + 222} = 36\%$$

Trascurando le scaffalature a semplice profondità che hanno selettività unitaria, l'indice di selettività aumenta dal 19% al 23% per l'area A e al 67% per l'Area B. Ciò significa che a livello teorico il 36% delle unità di carico a magazzino è direttamente accessibile. La Tabella 4.4 riassume i risultati appena descritti.

Indice	Layout			
	As-Is	Drive-in per classi		
Saturazione Superficiale	46%	37%		
Saturazione Volumetrico	31%	27%		
Capacità	1222	1010		
Selettività	19%	23%	67%	100%

Tabella 4. 4 Confronto indici: As-Is vs Drive-in per classi

Impatto sulla mappatura. Nelle pagine precedenti si era accennato al fatto di riservare ciascuna area del magazzino ad una specifica classe di codici. Nello specifico:

- Area A: area per lo stoccaggio di codici ad alto consumo. È la zona con la capacità di stoccaggio più elevata (8 posti pallet/piano) ed è la più vicina ai sili.
- Area B: area per lo stoccaggio di codici a medio consumo. Ha una capacità di stoccaggio intermedia (3 posti pallet/piano) ed si trova nella zona mediana del magazzino.
- Area C: area per lo stoccaggio dei codici a basso consumo. Ha per questo motivo la minor capacità del magazzino ed è situata nella zona più lontana dai sili.

A questo punto è possibile adottare una logica simile alla Random Class-Based Storage descritta nel paragrafo 2.4. Nonostante questo tipo di mappatura sia adottata prevalentemente nei magazzini con scaffalature a semplice profondità, è possibile implementare lo stesso principio nel caso in esame. La logica di mappatura del magazzino resta quella random, ma rispetto allo stato As-Is è una logica banalizzata per classi: avendo stabilito l'area di appartenenza di ciascun codice, le varie referenze verranno depositate nel primo posto disponibile nella loro area di appartenenza. Questo permette di risolvere il problema riguardante lo stoccaggio di codici a bassa giacenza

e a bassa rotazione: non occuperanno più zone comode del magazzino (vicino ai silo) e tantomeno non terranno riservate intere corsie per lo stoccaggio di poche unità di carico.

Impatto sui flussi. Il re-layout in esame impatta positivamente sui tempi e sulle distanze: una soluzione di questo tipo, che divide le aree del magazzino in classi, comporta minori percorsi per il prelievo del materiale vista la vicinanza ai silos alle aree dei granuli a maggiori consumi.

Anche la riduzione della lunghezza delle corsie comporta una riduzione del tempo di stoccaggio e prelievo, dal momento che il carrellista compirà distanze inferiori quando entra nel tunnel. Il prelievo nei magazzini drive-in è infatti tanto più dispendioso quanto più sono profonde le corsie. Verrà quindi effettuata un'analisi dei tempi per confrontare la nuova soluzione con quella del layout attuale, con le medesime premesse effettuate nel Paragrafo 3.4:

- Si è considerato un ciclo che prevede un percorso a vuoto ed uno a pieno a carico: il primo che va dal portone di ingresso al raggiungimento della postazione, il secondo prevede il prelievo dell'unità di carico, l'uscita dal tunnel in retromarcia, il tempo di manovra per riposizionare dritto il carrello e il raggiungimento dei sili.
- Per ciascuna area del magazzino si è identificato il suo punto medio di prelievo e in base ad esso sono stati calcolati tempi e distanze (Figura 4.12)
- Per semplicità si ipotizza che un saccone venga completamente svuotato una volta raggiunto il silo.
- Si ipotizza che il prelievo delle unità di carico di ciascuna area venga effettuato dalla corsia rivolta verso i sili.

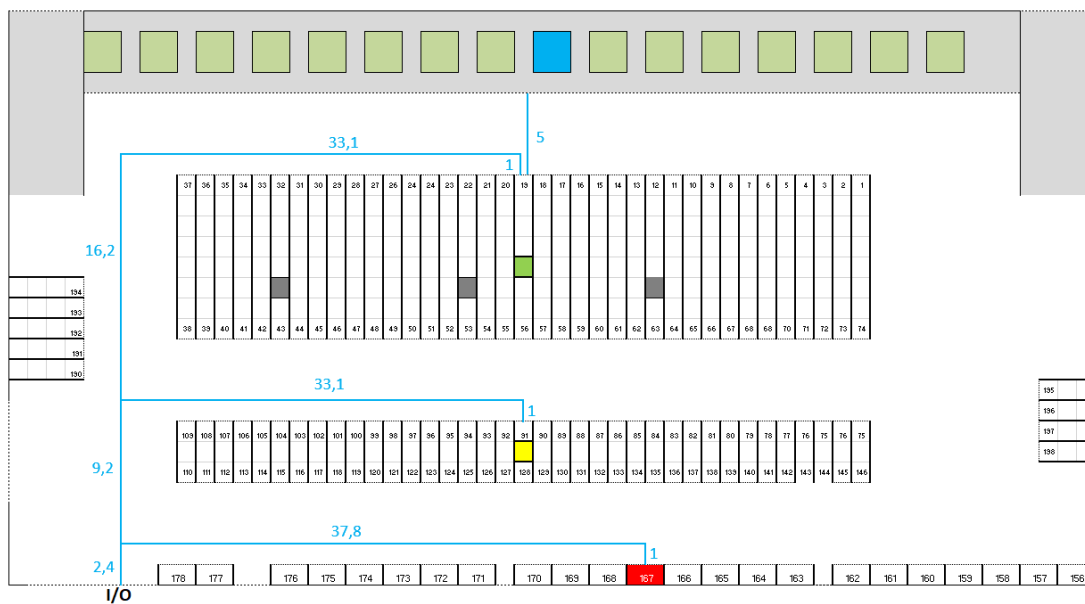


Figura 4. 12 Distanze e percorsi nei punti medi di prelievo

La Tabella 4.5 riporta il valore dei parametri necessari a calcolare i tempi.

Parametro	A	B	C
Percorso a vuoto [m]	61,9	45,7	41,2
Percorso a pieno carico [m]	5	86,4	100,3
Numero curve viaggio a vuoto	2	2	2
Numero curve viaggio a pieno carico	0	4	4
Profondità corsia [m]	11,2	4,2	0
Numero livelli	2	2	3
Altezza vano [m]	2,35	2,35	2
Velocità sollevamento/discesa [m/s]	0,5	0,5	0,5
Velocità massima [m/s]	3,5	3,5	3,5
Velocità transizione [m/s] (70% Vmax)	2,5	2,5	2,5
Velocità entrata tunnel [m/s] (50% Vmax)	1,8	1,8	1,8
Velocità uscita tunnel [m/s] (30% Vmax)	1	1	1
Tempo curva [s]	2	2	2
Tempo posizionamento forche [s]	8	8	8
Tempo manovra [s]	5	5	0

Tabella 4. 5 Parametri per il calcolo dei tempi medi di accesso

La formula per il calcolo del tempo interno medio di prelievo adattata al caso di un generico drive-in è quella che segue:

$$t_{tot}^j = t_{int}^j + t_{est}^j$$

Poiché il tempo esterno all'area di stoccaggio è uguale per tutte tre le aree, la parte variabile sarà quella interna al magazzino:

$$t_{int}^j = t_v^j + t_{pc}^j$$

Con:

$$t_v = t_{percorso\ a\ vuoto} + t_{entrata\ tunnel} + t_{curve}^v$$

$$= \frac{r_v}{v_t} + \frac{profondità\ corsia}{2} \times \frac{1}{v_{entrata\ tunnel}} + N_{curve}^v \times t_{curva}$$

$$t_{pc} = t_{spostamento\ verticale} + t_{forche} + t_{uscita\ tunnel} + t_{destinazione} + t_{manovra} + t_{curve}^{pc}$$

$$= \frac{(N_L - 1) \times H_{vano}}{2} \times \frac{1}{\frac{v_{sollevamento}}{v_{discesa}}} \times 2 + t_{forche}$$

$$+ \frac{profondità\ corsia}{2} \times \frac{1}{v_{uscita\ tunnel}} + r_{destinazione} \times \frac{1}{v_t} + t_{manovra}$$

$$+ N_{curve}^{pc} \times t_{curva}$$

Dove la quantità $\frac{(N_L-1) \times H_{vano}}{2}$ rappresenta l'altezza media di prelievo.

Le Tabelle 4.6 e 4.7 mostrano i risultati per ciascuna area.

Tempo [s]	A	B	C
Tempo accesso scaffalatura	24,76	18,28	16,48
Tempo curve viaggio a vuoto	4	4	4
Tempo curve a pieno carico	0	8	8
Tempo entrata tunnel	3,11	1,17	0
Tempo prelievo	4,7	4,7	8
Tempo di accesso silo	2	34,56	40,12
Tempo uscita tunnel	5,6	2,1	0

Tabella 4. 6 Tempi medi di accesso per ciascuna area

Area	A	B	C
Tempo a vuoto [s]	31,87	23,45	20,48
Tempo a pieno carico [s]	25,3	62,36	64,12
Tempo totale [s]	57,17	85,81	84,60

Tabella 4. 7 Tempi di accesso totali per ciascuna area

Osservando i risultati sui tempi totali si può affermare che:

- Nonostante l'area A sia quella a profondità maggiore, la sua vicinanza ai sili consente tempi inferiori rispetto alle aree B e C a profondità inferiore. Il percorso a pieno carico è infatti il fattore principale di questa discrepanza.
- Le aree B e C hanno tempi pressoché uguali: il fatto che il materiale nelle scaffalature a semplice profondità non presenti l'entrata in un tunnel consente di recuperare la distanza maggiore dai sili.

È possibile dunque effettuare un rapido confronto con i tempi dello stato As-Is calcolati nel Paragrafo 3.4 e riportati in Tabella 4.8.

Area	Centrale	Laterale
Tempo a vuoto [s]	33,68	22,78
Tempo a pieno carico [s]	27,4	66,24
Tempo totale [s]	61,08	89,02

Tabella 4. 8 Tempi di accesso totali: As-Is

Se si ipotizza di paragonare l'area A con quella centrale e le aree B e C a quella laterale dello stato As-Is, si vede che la soluzione proposta ha tutti i tempi inferiori, risultato che ci si doveva aspettare vista la riduzione della profondità delle corsie.

Simulazione. In questa sezione verrà testata l'effettiva efficacia della soluzione appena proposta, simulando come avrebbe performato il magazzino in una situazione reale. Si considereranno quindi tutti i codici del magazzino granuli e ricollocati secondo la nuova mappatura attraverso due simulazioni: la prima in base alle loro giacenze attuali, la seconda in base alle giacenze ottimali con cui si è dimensionato il magazzino.

Nel primo caso si sta simulando la seguente situazione: se ad oggi venisse implementato questo layout, come performerebbe il magazzino? Per fare questo si sono considerate le giacenze di tutti i codici alla fine di Giugno 2018 e distribuite nel magazzino nel rispetto della loro area di appartenenza.

Per esempio, il codice 20.03044 di classe A ha una giacenza pari a 28 udc e pertanto necessiterà per il suo stoccaggio di $\frac{28}{16} = [1,75] = 2$ tunnel dedicati. A pari modo la referenza 20.02069 di classe B avrà bisogno di $\frac{4}{6} = [0,7] = 1$ tunnel dedicato.

Codice	Area	Giacenza 06/18	Corsie Necessarie
20.03044	A	28	2
20.02784	A	23	1,5
20.02069	B	4	1

Tabella 4. 9 Esempio di calcolo delle corsie necessarie per alcune referenze: Giacenze a fine giugno 2018

Il risultato finale è visibile nella Figura 4.13.

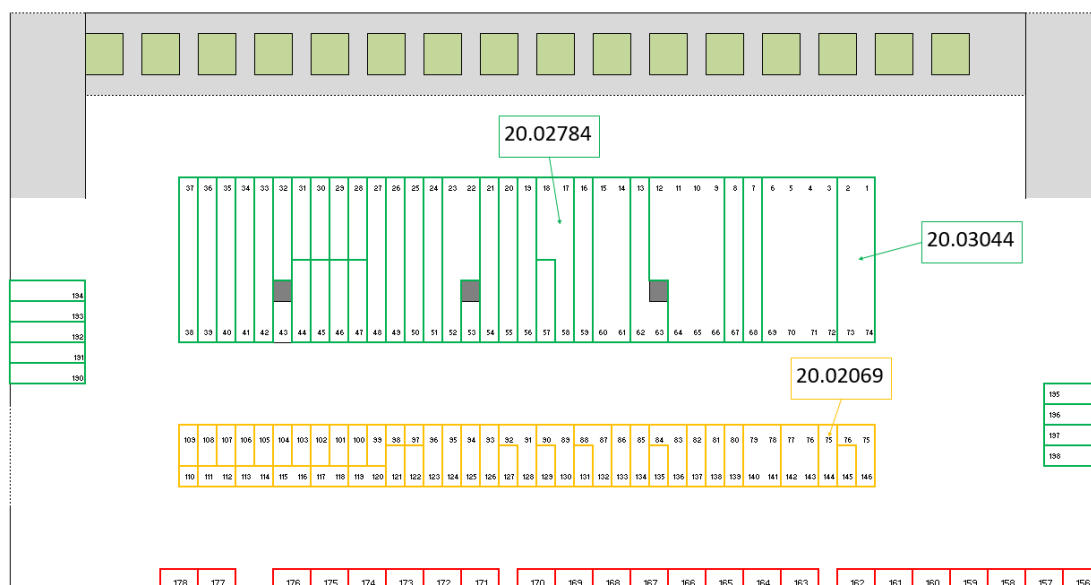


Figura 4. 13 Simulazione di stoccaggio con giacenze a fine Giugno 2018

Risulta che:

- I codici di classe A e B con le rispettive giacenze trovano tutti spazio nelle scaffalature a loro dedicate, occupando completamente le corsie disponibili.
- I codici di classe C saturano completamente le scaffalature. Tuttavia i posti disponibili non bastano a stoccare tutte le giacenze di Giugno 2018: si hanno infatti 181 unità di carico a fronte di 138 posti disponibili. Emerge in questo caso il già discusso problema di avere elevate giacenze per codici che vengono consumati molto poco, come il codice 20.02818: 5 udc a magazzino ma mai consumato da Giugno 2017 a Giugno 2018.
- La Tabella 4.10 mostra la saturazione delle scaffalature raggiunta per ciascuna area. Si vede che l'indice di saturazione aumenta considerevolmente: dal 47% al 83% a Giugno 2018, risultato prevedibile vista la diminuzione di posti pallet e l'aumento della capacità di stoccare molte più unità di carico.

	Posti Occupati	Posti disponibili	I _{SAT}
Area A	529	650	81%
Area B	168	222	76%
Area C	138	138	100%
Totale	835	1010	83%

Tabella 4. 10 Indice di saturazione delle scaffalature per ciascuna area

La seconda simulazione verrà effettuata con le giacenze ottimali calcolate per il dimensionamento, ossia quelle che soddisfano i fabbisogni mensili con un indice di

rotazione pari 2,5 rotazioni al mese. Il calcolo delle corsie è il medesimo del caso precedente:

Codice	Area	Giacenza OTT	Corsie Necessarie
20.03044	A	57	4
20.02784	A	24	1,5
20.02069	B	3	0,5

Tabella 4. 11 Calcolo corsie necessarie: Giacenza ottimale

Il risultato finale è visibile nella Figura 4.14.

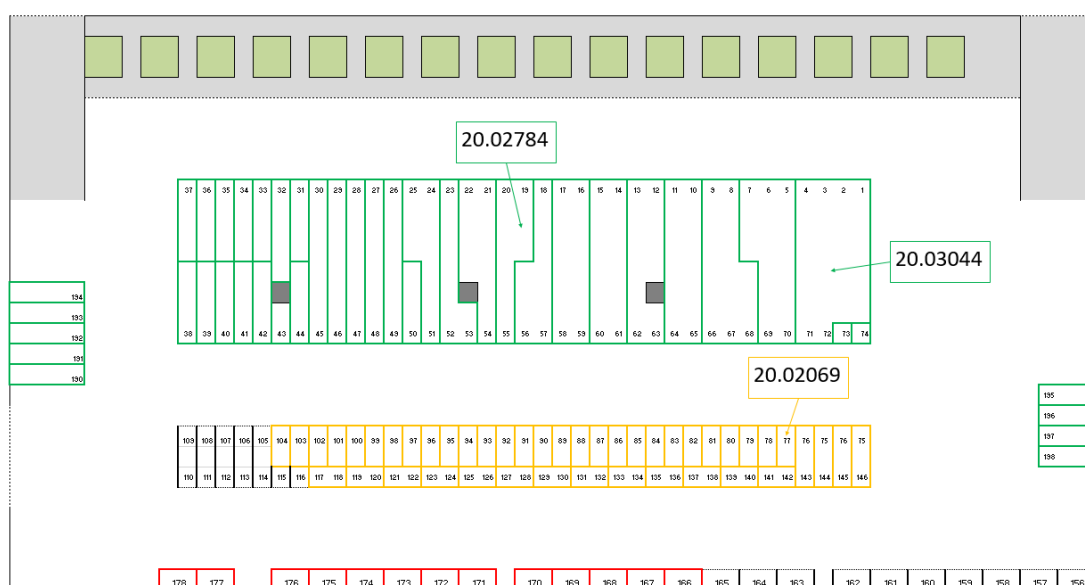


Figura 4. 14 Simulazione di stoccaggio con giacenze ottimali

Risulta che:

- Tutti i codici del magazzino sono stati inseriti nelle corsie in quantità coerenti con la loro giacenza ottimale.
- Mentre l'area A ha tutte le corsie occupate, rimangono ancora corsie libere sia per i codici di classe B che di classe C.
- La Tabella 4.12 riporta l'indice di saturazione delle scaffalature per ciascuna area. Si vede che l'area A è molto saturata, mentre le aree B e C hanno ancora parecchio spazio a disposizione.

	Posti Occupati	Posti disponibili	I _{SAT}
Area A	552	650	85%
Area B	103	222	46%
Area C	77	138	56%
Totale	732	1010	72%

Tabella 4. 12 Indice di saturazione delle scaffalature per ciascuna area

Si può concludere che:

1. Il materiale stoccato a terra ha ora trovato spazio per essere inserito nelle corsie.
2. Lo sfruttamento del magazzino in termini di scaffalature è aumentato considerevolmente.
3. Per un corretto funzionamento del layout, sarà opportuno gestire il magazzino in modo che le giacenze dei vari codici tendano quanto più possibile a quelle ottimali con cui si è dimensionato il magazzino.

Impatto sui costi e saving in logistiche esterne. In questa sezione si cercherà di capire quanto si riesce a “svuotare” la logistica esterna dei codici granulo e filato attraverso la soluzione proposta. Si calcolerà successivamente una stima dell’effettivo risparmio derivato dall’adozione del re-layout e successivamente messo in relazione con l’investimento necessario per realizzare la soluzione proposta. Analogamente a quanto fatto per la simulazione precedente, si analizzeranno due situazioni: la prima nel caso si svuotasse la logistica una volta riempito il magazzino con le giacenze di Giugno 2018, la seconda nel caso in cui lo stock a magazzino sia quello ottimale. Per rispecchiare una situazione quanto più reale possibile, in entrambi i casi verranno utilizzate le giacenze presenti in logistica esterna e alla fine del mese di Giugno 2018. Le Tabelle 4.13 mostrano i codici e le unità di carico esternalizzate per ciascuna area in cui dovrebbero essere stoccate nel magazzino granuli. A fine Giugno 2018 un totale di 446 unità di carico erano stoccate in logistica esterna. È un valore più basso della giacenza media esternalizzata poiché si sta considerando un periodo di alta stagione per il mercato in esame.

Codice	Udc	Area
10.02910	26	A
10.02924	9	A
20.00000	32	A
20.00003	19	A
20.00007	15	A
20.01529	60	A
20.01610	10	A
20.01614	49	A
20.02030	2	A
20.02042	1	A
20.02784	3	A
20.03139	15	A
Totale	226	

Codice	Udc	Area
10.01765	2	B
20.01489	156	B
20.02983	1	B
20.02994	5	B
Totale	164	

Codice	Udc	Area
10.02839	8	C
10.02840	3	C
10.02923	7	C
20.00133	1	C
20.00551	5	C
20.02704	5	C
20.02720	4	C
20.02740	4	C
20.02969	16	C
20.03107	3	C
Totale	56	

Tabella 4. 13 Codici, giacenza e area di appartenenza del materiale in logistica esterna a fine Giugno 2018

A questo punto è possibile trasferire i codici in logistica esterna nelle rispettive aree del magazzino granuli. Per il calcolo si è considerata la giacenza di ciascun codice nel magazzino e in base alle corsie ad essi dedicati si è calcolato quante udc possono essere trasferite nell'immediato dalla logistica esterna. Per esempio il codice 10.02910 ha una giacenza di 26 sacconi in logistica esterna e andrebbe stoccato nell'area A. La sua giacenza a Giugno è di 6 big bags, per cui si è dedicato a tale referenza mezzo tunnel: è possibile trasferire fin da subito dalla logistica esterna $8-6=2$ udc. Stesso discorso nel caso la giacenza a magazzino fosse quella ottimale.

Codice	G log. est.	Area	G 06/18	Tunnel dedicati	Posti disponibili	Trasferibili
10.02910	26	A	6	0,5	8	2

Codice	G log. est.	Area	G _{OTT}	Tunnel dedicati	Posti disponibili	Trasferibili
10.02910	26	A	4	0,5	8	4

Tabella 4. 14 Calcolo delle giacenze trasferibili dalla logistica esterna al magazzino granuli

La Tabella 4.15 mostra per ciascuna classe il numero di unità di carico trasferibili al magazzino granuli e il relativo risparmio potenziale con le attuali tariffe di logistica esterna.

Classe	Udc trasferibili	Costo logistica esterna	Saving mensile
A	52	5,81 €	302,12 €
B	5	5,81 €	29,05 €
C	0	5,81 €	0 €
			331,17 €

Tabella 4. 15 Saving in logistich e esterne con giacenze a fine Giugno 2018

Nel caso a magazzino fossero presenti le giacenze ottimali:

Classe	Udc trasferibili	Costo logistica esterna	Saving mensile
A	45	5,81 €	261,45 €
B	36	5,81 €	209,16 €
C	56	5,81 €	325,36 €
			795,97 €

Tabella 4. 16 Saving in logistich e esterne con giacenze ottimali

Ipotizzando che non vengano trasferite ulteriori big bags nel corso dell'anno, nel primo caso si avrebbe un potenziale risparmio annuale di circa 4000 €, mentre nel secondo di 9550 €, dovuti al fatto di non avere più in logistica esterna un determinato numero di unità di carico.

Per quanto riguarda i costi, la soluzione proposta prevede l'acquisto delle scaffalature a semplice profondità (30 €/posto pallet) e un costo di riorganizzazione delle altre aree: quelle del drive-in delle nove corsie ai lati del magazzino possono essere recuperate da quelle rimosse per far spazio all'area C, mentre le aree A e B si possono ottenere recuperando la scaffalatura dell'attuale zona centrale con un conseguente costo di manodopera e riorganizzazione, stimati intorno ai 10000 €.

$$C_{Drive-in \text{ per classi}} = C_{Area C} + C_{Drive-in \text{ laterali}} + C_{Area A e B} = 30 \times 138 + 10000 \\ \cong 14000 \text{ €}$$

Il Grafico 4.5 mostra che il punto di pareggio tra l'investimento richiesto per il re-layout e il saving in logistich e esterne si raggiunge dopo circa 3 anni, risultato prevedibile visti il limitato risparmio ottenuto.

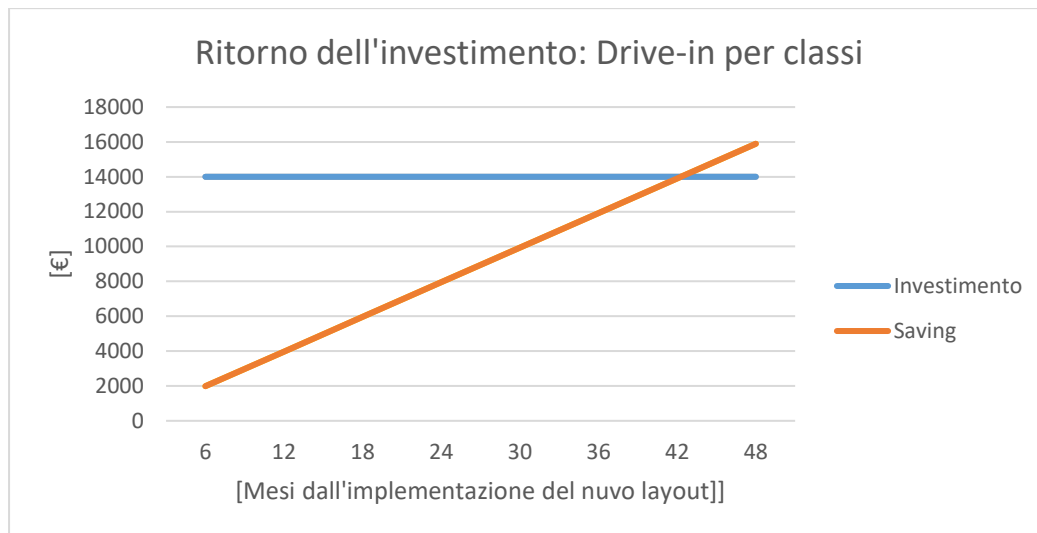


Grafico 4. 5 Ritorno dell'investimento: Drive-in per classi

Conclusioni. La soluzione proposta presenta i seguenti vantaggi:

- Grazie all'aumento del numero di corsie, tutti i codici trovano spazio nel magazzino e non più presente materiale stoccate a terra.
- Si raggiungono elevati indici di saturazione delle scaffalature.
- Riduzione delle profondità delle corsie con aumento della selettività. I codici a bassa giacenza e basso consumo non occupano più intere corsie, ma solo quelle a loro dedicate in accordo con la loro giacenza ottimale.
- Miglioramento della gestione del magazzino, dei tempi e dei flussi grazie alla mappatura per classi.
- Bassi investimenti richiesti.
- Brevi tempi di realizzazione.
- Logica FIFO per i codici dell'area C.
- I codici a bassissimi consumi (quasi obsoleti) possono essere tenuti in magazzino in quantità unitarie nell'area C senza occupare spazio nelle corsie.

La soluzione ha invece i seguenti limiti:

- Gestione controllata del magazzino in accordo con le giacenze di ciascuna area/classe. Il magazzino raggiunge infatti livelli ottimali di performance più i codici si avvicinano alla loro giacenza ottimale.
- Necessità di aggiornare il sistema di gestione per la suddivisione dei codici nelle corrispondenti aree.
- Ridotti saving in logistiche esterne.

4.3 RE-LAYOUT 2: IL MAGAZZINO COMPATTABILE

Ragioni e obiettivi della scelta. Nei paragrafi precedenti si è visto come per un certo numero di codici un magazzino di tipo drive-in sia una buona soluzione ma che per un'altra parte di referenze questa soluzione non sia molto efficiente. Per questi ultimi, che corrispondono sostanzialmente ai codici con medio-bassi consumi, sarebbe infatti più opportuno utilizzare delle scaffalature a semplice profondità, ma le dimensioni del magazzino non permettono la realizzazione di molti corridoi, requisito fondamentale nei magazzini a selettività unitaria. L'obiettivo di avere un elevato numero di scaffalature a semplice profondità in spazi ristretti è realizzabile attraverso un magazzino compatto. Come accennato nel Capitolo 2, in questo tipo di magazzino ogni fronte di scaffalatura è montato su un "carrellone" che trasla, grazie ad un motore elettrico, ortogonalmente rispetto alla lunghezza dello scaffale unitamente agli altri fronti di scaffalatura che formano il magazzino; i carrelli traslanti si muovono in modo da lasciare libero un solo corridoio di manovra. Il principale svantaggio di questo magazzino è l'elevato tempo di apertura dei corridoi, il che lo rende inadeguato alle situazioni di traffico o picking intenso. Questo significa che:

- Nel magazzino compatto non è ottimale inserire codici ad alta rotazione, visto che si rischierebbe di aprire numerose volte il corridoio.
- Ciascun corridoio dovrà essere della lunghezza opportuna e rimanere aperto più tempo possibile.

L'obiettivo di questo layout sarà non solo quello di dimensionarlo in maniera adeguata, ma anche trovare delle logiche di mappatura che consentano la massimizzazione del tempo di apertura del corridoio.

Layout e dimensionamento. Il dimensionamento del layout parte dal presupposto fondamentale che le scaffalature compatte non si possono estendere per tutto lo spazio disponibile a causa delle colonne che attraversano l'edificio. Lo spazio utile per il layout è rappresentato nella Figura 4.15. Si capisce come l'area del compatto dovrà svilupparsi in direzione longitudinale e al di sotto delle colonne portanti dell'edificio.

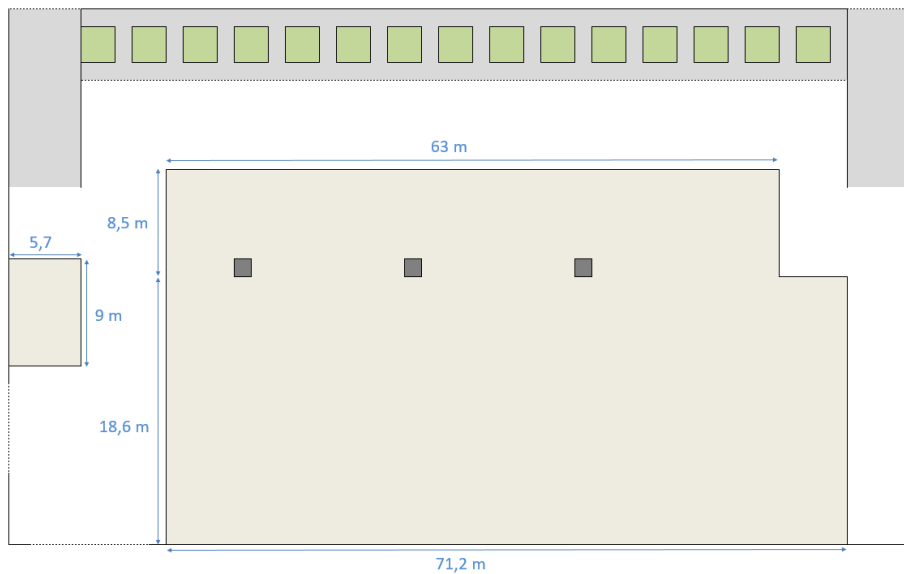


Figura 4. 15 Area disponibile

Lo spazio non destinato al compattabile (sopra le colonne e nello spazio sul lato sinistro) potrà restare un drive-in ed estendersi con lo stesso principio del re-layout 1.A: la parte centrale prevedrà 37 scaffalature drive-in con 6 posti a ripiano (ossia quelle realizzabili prima delle colonne) di cui tre avranno una postazione in meno per piano a causa dei pilastri, e 5 corsie con 4 posti a ripiano per l'area di sinistra; l'unica differenza è che le corsie non potranno essere comunicanti poiché un'entrata sarà preclusa dalle scaffalature compattabili. La capacità di quest'area sarà pertanto di:

$$C_{Drive-in} = 34 \times 6 \times 2 + 3 \times 5 \times 2 + 5 \times 4 \times 2 = 478 \text{ posti pallet}$$

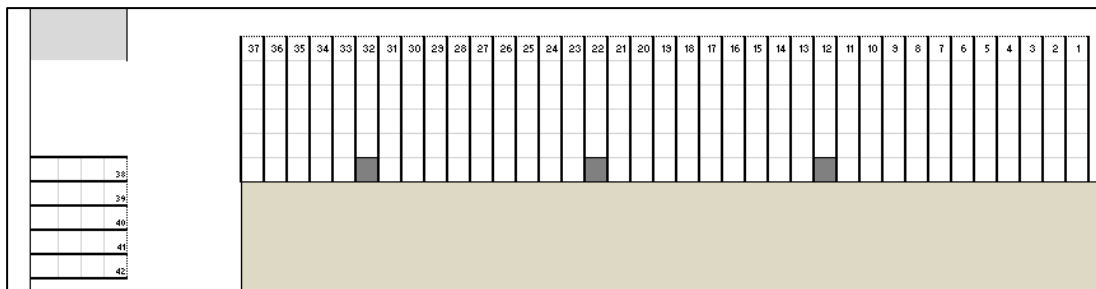
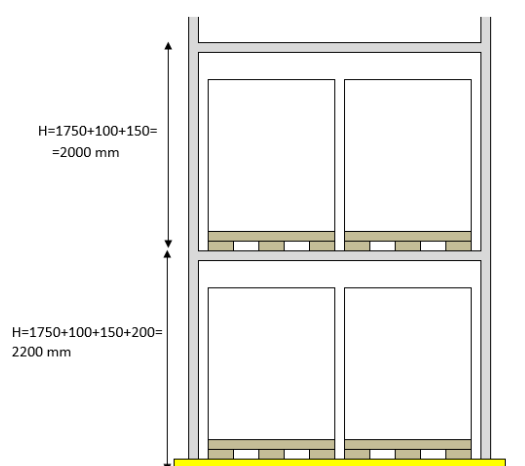


Figura 4. 16 Re-layout 2: area drive-in

L'area del compattabile può essere dimensionata nel modo che segue.

Il primo passo sta nello stabilire le dimensioni del vano. Una classica campata permette di contenere tre pallet 80x120 cm di punta o due pallet 80x120 cm di lato. Nel caso in esame le unità di carico sono pallettizzate in pallet quadrati 120x120 cm, pertanto si prevedono due unità di carico per campata. Nonostante avere due pallet a campata anziché tre comporti l'acquisto di un maggior numero di montanti, il peso

superiore ai 1000 kg delle unità di carico renderebbe poco conveniente la progettazione di campate su misura per inserire tre udc/ripiano, visto che si dovrebbero utilizzare materiali più resistenti alla flessione o in alternativa maggiori spessori della corrente con conseguente perdita di saturazione verticale. La Tabella 4.17 e la Figura 4.17 sintetizzano le dimensioni fondamentali.



Grandezza	[mm]
Spessore montante	100
Spessore corrente	150
Gioco vano	100
Altezza udc	1750
Altezza carrello	200

Tabella 4. 17 Parametri per il dimensionamento della campata

Figura 4. 17 Dimensionamento altezze

$$H_{vano} = H_{udc} + g_{vano} + s_{corrente} = 1750 + 100 + 150 = 2000 \text{ mm} = 2 \text{ m}$$

Al primo livello bisognerà naturalmente aggiungere l'altezza relativa al carrello traslante.

È possibile a questo punto definire il modulo di base che verrà replicato N volte in direzione trasversale e longitudinale del magazzino. Un classico magazzino compattabile è strutturato come in Figura 4.18: inizia con una singola scaffalatura fissa a cui seguono una serie di carrelli traslanti sui cui vengono montate due scaffalature a semplice profondità e si conclude nuovamente con una parte fissa. Il corridoio potrà pertanto aprirsi tra le parti fisse e il carrello, e tra ogni coppia di scaffalature traslanti.

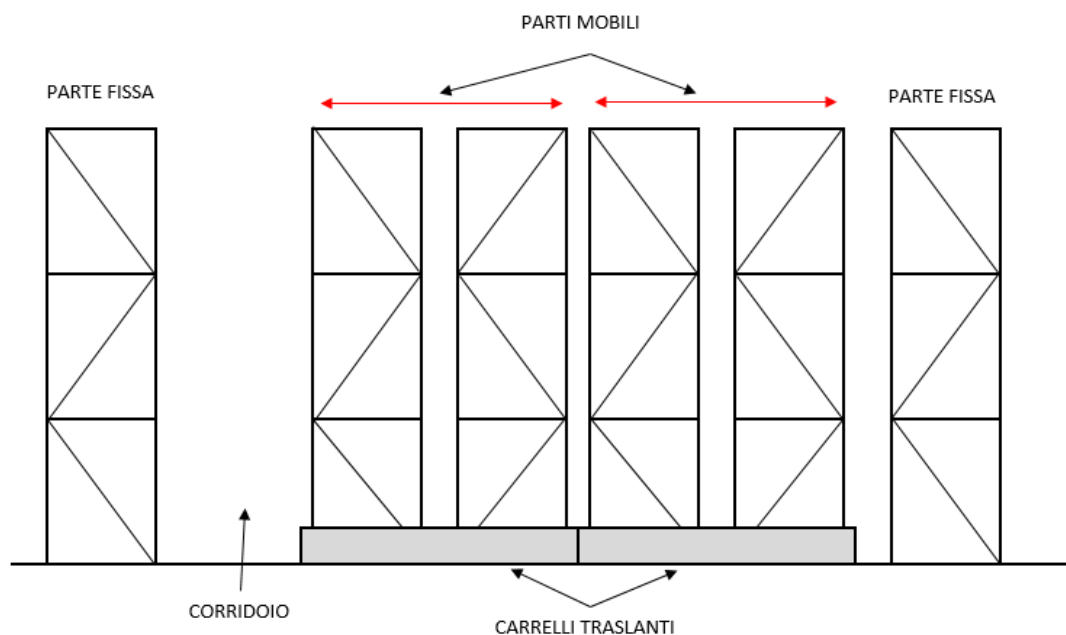


Figura 4. 18 Vista laterale di un generico magazzino compattabile

Poiché il compattabile prevede la presenza di un solo corridoio, il modulo ne sarà privo e lo si replicherà su una superficie ridotta della larghezza del corridoio. In questo caso il passo del modulo di base non è altro che la larghezza del carrello traslante, mentre la larghezza del modulo è la misura della campata. La Tabella 4.x e la Figura 4.x sintetizzano le misure delle grandezze fondamentali.

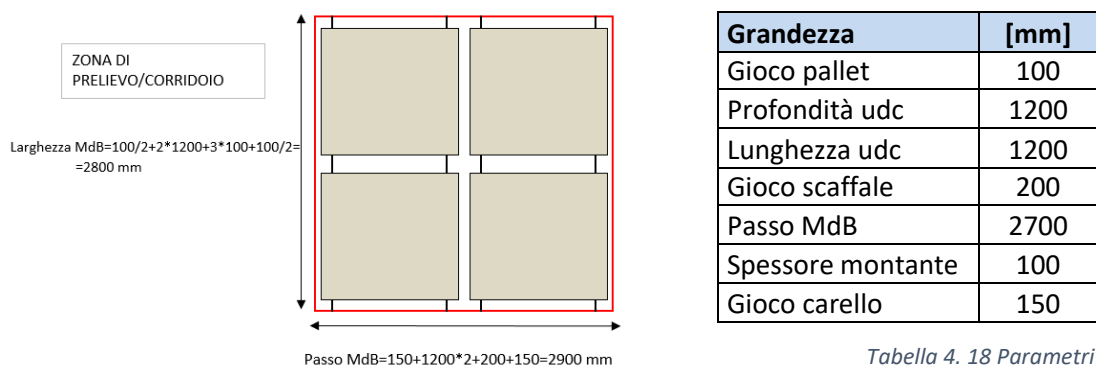


Tabella 4. 18 Parametri del MdB

Figura 4. 19 Modulo di Base

$$Larghezza_{MdB} = \frac{S_{montante}}{2} + 2 \times L_{udc} \times 2 + g_{plt} \times 3 + \frac{S_{montante}}{2}$$

$$= \frac{100}{2} + 1200 \times 2 + 100 \times 3 + \frac{100}{2} = 2800 \text{ mm} = 2,8 \text{ m}$$

$$Passo_{MdB} = g_{carrello} \times 2 + P_{udc} \times 2 + g_{scaffale} = 150 \times 2 + 1200 \times 2 + 200$$

$$= 2900 \text{ mm} = 2,9 \text{ m}$$

Va fatta una precisazione riguardo il corridoio: nonostante un classico carrello frontale necessiti di una larghezza di circa 3,5 metri per la manovra, gli attuali carrelli hanno bisogno di 5 metri poiché più potenti. È importante ridurre le dimensioni del corridoio poiché influisce direttamente sul tempo di apertura delle porte, ma a causa dell'elevato peso delle unità stoccate questa riduzione non è praticabile nel caso in esame.

Si prosegue con la definizione del numero di livelli di stoccaggio, il numero di campate e il numero di ripetizioni del modulo di base.

$$H_{utile} = H_{disp} - g_{soffitto} - s_{carrello} = 7 - 1 - 0,2 = 5,8$$

$$N_L = \frac{H_{utile}}{H_{vano}} = \frac{5,8}{2} = [2,9]$$

Nonostante non si raggiunga l'intero, si prevedono comunque 3 livelli considerato che la campata all'ultimo livello non prevede lo spessore della corrente. Si può anche prevedere un gioco inferiore per le scaffalature al piano terra per guadagnare dello spazio all'ultimo piano.

$$N_{campate} = \frac{Lunghezza\ disponibile}{Larghezza\ MdB} = \frac{71,2}{2,8} = [25,4] = 25 \text{ ripetizioni}$$

$$Ripetizioni\ MdB = \frac{Profondità\ utile}{Passo\ MdB} = \frac{Profondità\ disp. - L_{corridoio}}{Passo\ MdB}$$

$$= \frac{18,6 - 5}{2,9} = [4,7] = 4 \text{ ripetizioni}$$

Si nota che le ripetizioni del modulo di base sono prossime all'intero successivo. Si prevede dunque una scaffalatura singola che rappresenterà la parte fissa della Figura 4.18.

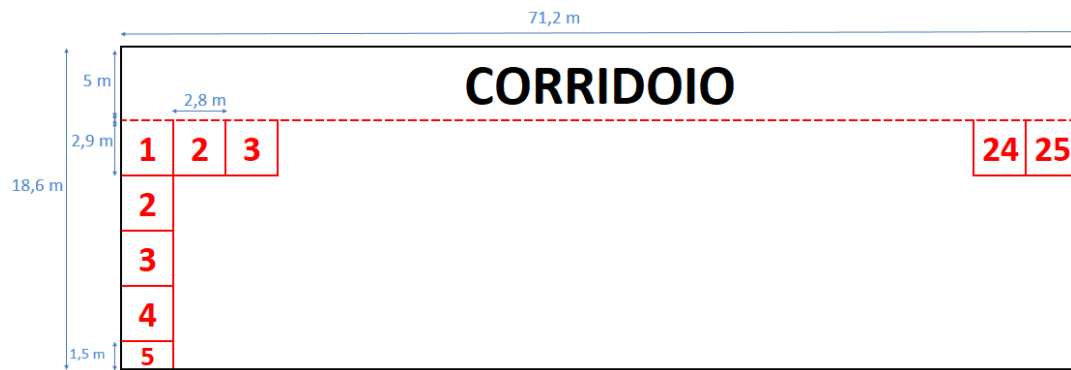


Figura 4. 20 Ripetizioni del modulo di base

La capacità di stoccaggio dell'area compattabile sarà pertanto di:

$$Capacità_{compattabile} = N_{MdB} \times N_L \times \frac{UdC}{MdB} = \left(25 \times 4 + 25 \times \frac{1}{2} \right) \times 3 \times 4$$

$$= 1350 UdC$$

Il layout definitivo è illustrato in Figura 4.21. Le linee tratteggiate in rosso rappresentano le zone di apertura del corridoio.

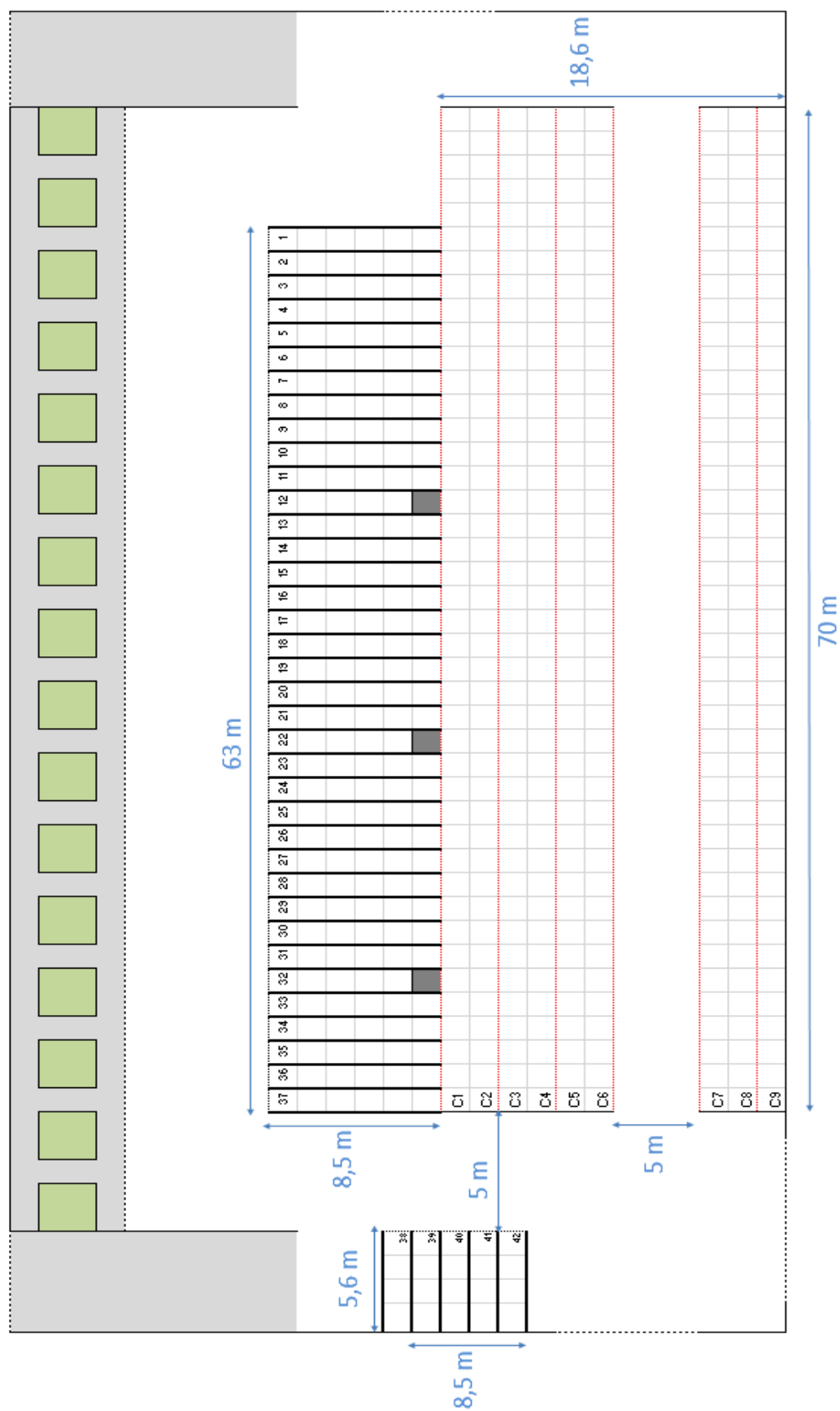


Figura 4. 21 Re-layout 2: magazzino compattabile

Impatto su indici. Si calcolano di seguito alcuni degli indici caratteristici.

$$I_{SAT}^{SUP} = \frac{63 \times 8,5 + 5,6 \times 8,5 + 13,1 \times 70}{84 \times 36} = 49\%$$

$$I_{SAT}^{VOL} = \frac{63 \times 8,5 \times 2,35 + 5,6 \times 8,5 \times 2,35 + 13,1 \times 70 \times 6}{84 \times 36 \times 7} = 32\%$$

$$Capacità = C_{Drive-in} + C_{Compattabile} = 478 + 1350 = 1828 \text{ posti pallet}$$

La Tabella 4.19 mette in confronto il nuovo layout con quello attuale. Si vede che saturazione superficiale e volumetrica aumentano, ma soprattutto che la capacità del magazzino sale del 50% rispetto a quella attuale con selettività unitaria per la parte compattabile.

Indice	Layout	
	As-Is	To-Be
Saturazione Superficiale	46%	49%
Saturazione Volumetrico	31%	32%
Capacità	1222	1828
Selettività	19%	17% Drive-in 100% Compattabile

Tabella 4. 19 Confronto indici: As-Is vs Compattabile

Impatto su mappatura. Il fatto di dover minimizzare la frequenza di apertura dei corridoi, fa della mappatura un elemento cruciale nei magazzini compattabili.

Esistono una serie di principi che variano con il caso in esame: per esempio si può prevedere una suddivisione dei corridoi in famiglie di produzione o, per il prodotto finito, in clienti dedicati per ottimizzare il carico dei trasporti.

La mappatura del caso in esame parte dal presupposto che il consumo medio giornaliero, che è circa di 83 sacconi per l'alta stagione, è inferiore ai 300 posti pallet disponibili in ciascuna corsia. L'obiettivo è quello di riservare per ciascun corridoio un mix di codici quanto più ampio possibile e che rispecchi il loro fabbisogno. In questo modo si avrebbe la quasi assoluta certezza di trovare il codice da prelevare nella corsia aperta. Per realizzare quanto appena affermato si è proceduto nel modo che segue.

L'area del drive-in verrà dedicata ai codici ad elevato consumo in accordo con lo storico delle loro giacenze. Si sono a tale scopo ricavati i consumi medi nel periodo che va da Giugno 2017 a Giugno 2018 e ordinati in ordine decrescente. In base alla loro giacenza media nel medesimo periodo di tempo si sono andate a riservare le

corrispondenti corsie del drive-in. Risulta che 23 codici su 165 saranno destinati a quest'area in accordo con la capacità disponibile delle corsie. Lo stoccaggio di questi 23 codici non sarà tuttavia limitato a quest'area, ma come si vedrà di seguito potranno essere stoccati anche nel compattabile.

Codice	Cns medi [kg]	G media		Corsie necessarie	Somma corsie	DRIVE-IN CENTRALE
		[kg]	[udc]			
20.03044	176394	39354	32	3	3	
20.00003	123985	63443	51	5	8	
20.02000	111135	25678	21	2	10	
20.00000	95788	67209	54	5	15	
20.01609	85481	24192	20	2	17	
20.02985	82360	16758	14	1	18	
20.02042	80001	22687	19	2	20	
20.02784	72474	20491	17	2	22	
20.02817	70193	21839	18	2	24	
20.02772	58408	17801	15	2	26	
20.02748	53857	22543	19	2	28	
20.02750	51681	13387	11	1	29	
20.01970	44107	13653	11	1	30	
20.02119	39573	11198	9	1	31	
20.01959	39416	15171	13	1	32	
20.01613	30778	12391	10	1	33	
20.01610	28622	13332	11	1	34	
10.00005	23125	8946	8	1	35	
20.01529	22605	21694	18	2	37	
20.02030	22393	14101	12	2	39	DRIVE-IN LATERALE
20.02868	21892	9337	8	1	40	
20.03130	21418	6730	6	1	41	
20.02867	20943	6639	6	1	42	

Tabella 4. 20 Codice stoccabili nella parte drive-in

Bisognerà ora ripartire i codici granulo e filato nelle varie corsie in proporzione al loro fabbisogno. A tale scopo sono state effettuate due analisi ABC⁶: la prima mettendo in relazione i consumi e le giacenze medie da Giugno 2017 a Giugno 2018, la seconda tra il consumi e il numero di referenze. Risulta che:

- L'80% dei consumi è causato dal 60% delle giacenze o dal 22% dei codici.
- Il 20% delle giacenze, o il 25% dei codici, è responsabile del 15% dei consumi totali.
- Il 5% dei consumi è causato dal 20% delle giacenze o dal 53% dei codici.

⁶ La consultazione delle tabelle cumulate è disponibile nell'Appendice.

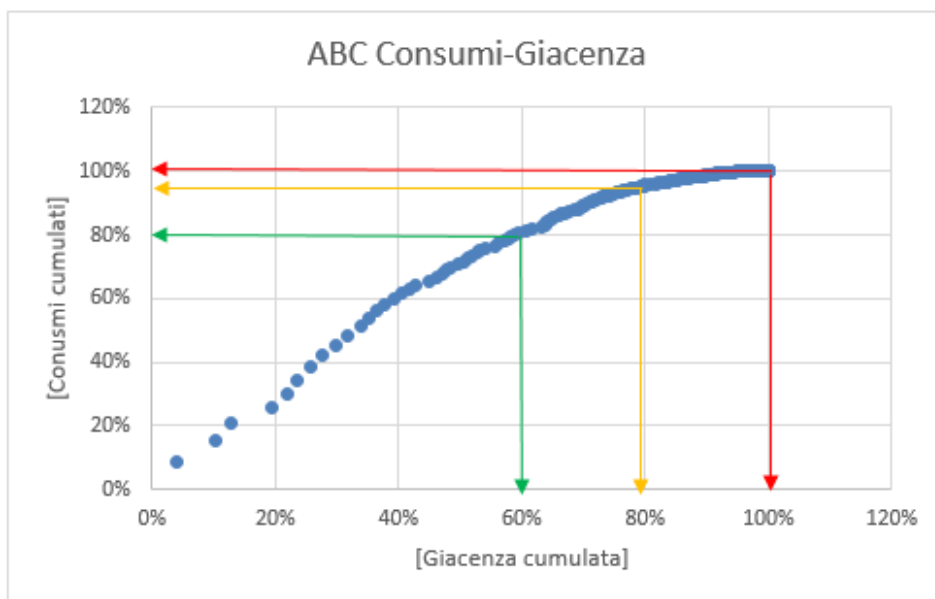


Grafico 4. 6 Analisi ABC Consumi-Giacenza

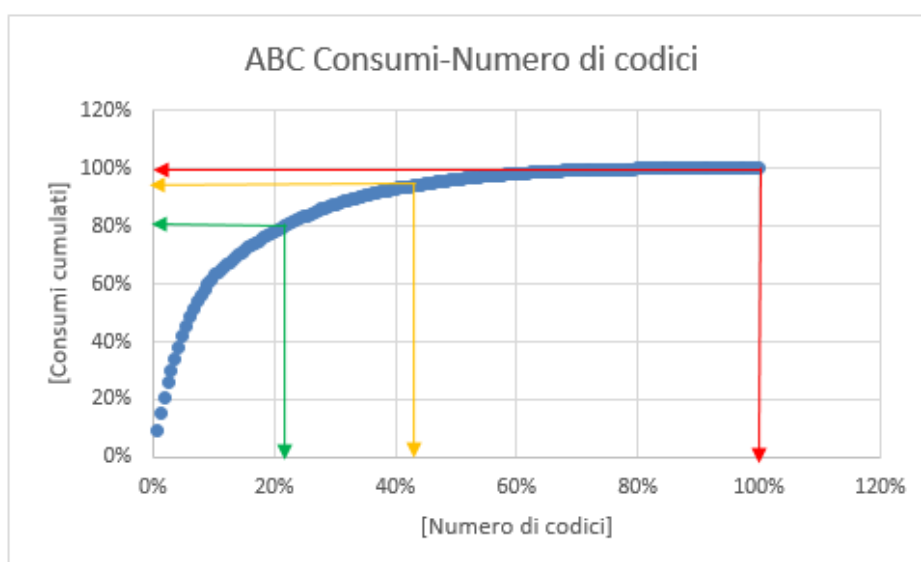


Grafico 4. 7 Analisi ABC Consumi-Numero di codici

Secondo questo principio, si andrà a riservare il 60% delle postazioni di ciascuna corsia ai codici di classe A (in tutto 36 referenze), il 20% alla classe B (39 referenze) e il 20% alla classe C (90 codici). La Figura 4.22 mostra visivamente questo concetto.

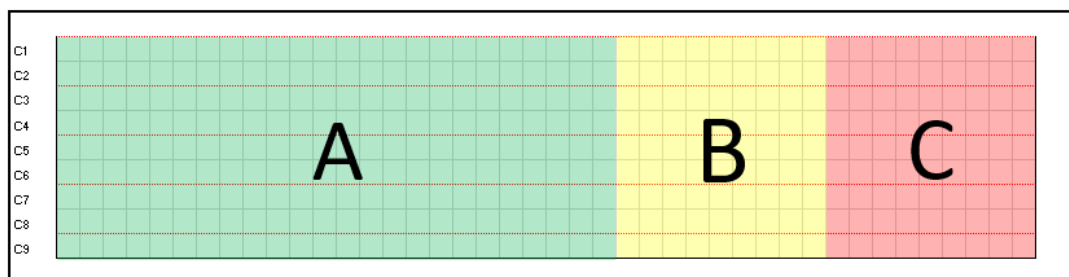


Figura 4. 22 Mappatura magazzino compattabile

Corsia	Posti/campata
Corsia C1	150
Corsia C2-C3	150+150
Corsia C4-C5	150+150
Corsia C6-C7	150+150
Corsia C8-C9	150+150

Grafico 4. 8 Posti pallet per ciascuna corsia del compattabile

Basta a questo punto distribuire le giacenze di ciascuna classe tra le nove campate disponibili nel magazzino compattabile. Questa logica è tuttavia un problema per i codici di classe C: visti i bassissimi consumi delle referenze di questa classe (un saccone al mese) e la loro elevata numerosità (90 codici) si creerebbe una situazione in cui ogni campata ne conterebbe tutto il mix, con la conseguenza che la loro giacenza aumenterebbe in maniera incoerente con i loro consumi. Per fronteggiare questo problema si è deciso di implementare una classe D responsabile dell'1% dei consumi e riservare a tali codici una corsia a parte, per esempio l'ultima. La rara volta che uno di questi granuli dovrà essere utilizzato, ci si può permettere di aprire una corsia appositamente. Risulta che 58 di questi 90 codici sono responsabili dell'1% dei consumi e del 10% della giacenza. I rimanenti 32 codici di classe C potranno essere stoccati in ciascun corridoio, mentre le postazioni liberate dalla classe D possono essere dedicate alle referenze di classe A. La soluzione finale andrà a riservare il 70% delle postazioni di ciascuna corsia ai granuli di classe A, il 20% alla classe B e il 10% alla classe C. L'ultima corsia sarà riservata ai codici a bassissimi consumi e, come si vedrà successivamente, a quelli in esubero.

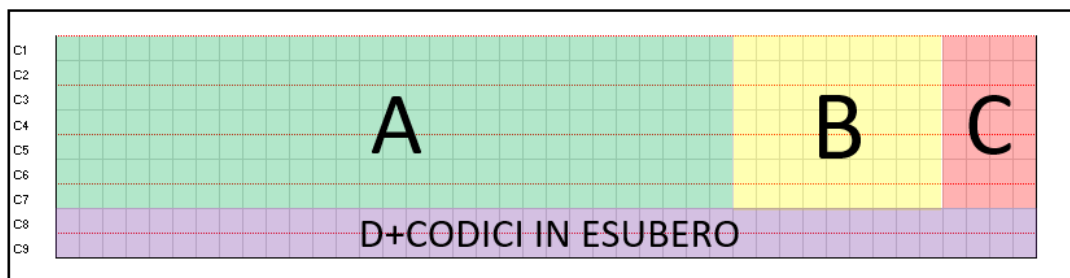


Figura 4. 23 Mappatura definitiva magazzino compattabile

È possibile anche definire una qualche logica all'interno delle singole corsie: nel caso più semplice si può adottare una logica random, in aree predefinite, ma è anche fattibile posizionare le unità di carico secondo il principio del class-based storage.

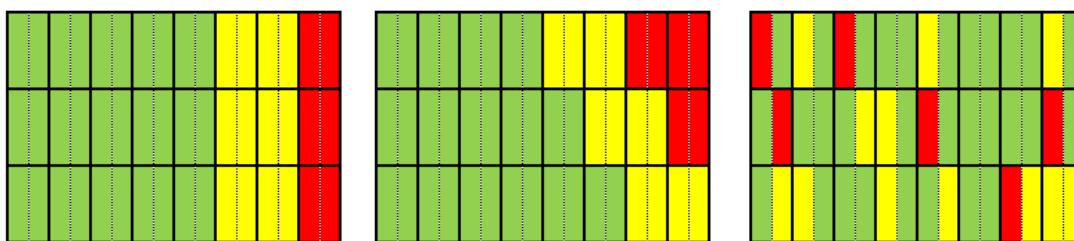


Figura 4. 24 Possibilità di mappature all'interno delle corsie: dedicata, per classi e random

Impatto sui flussi. Si descrive il flusso del granulo con le modifiche derivanti dal nuovo layout. Quando l'operatore dovrà depositare un big bag all'interno del magazzino, il sistema fornirà la prima ubicazione disponibile per la classe di appartenenza di quella referenza nella corsia aperta in quel momento. Se il corridoio aperto non avesse postazioni disponibili, allora sarà necessario aprirne un'altra. A pari modo, per il prelievo l'operatore legge il codice a barre dell'unità di carico da prelevare: se questa è disponibile nella corsia aperta allora si può procedere con il prelievo, altrimenti sarà necessario aprirne un'altra. Il fatto di aver suddiviso i corridoi in classi e omogeneizzato il mix tra le corsie riduce notevolmente questa possibilità.

Si calcola infine il tempo interno medio nel caso di ciclo semplice per il prelievo di una unità di carico. Per il compattabile è stato a tale scopo calcolato un tempo interno alle corsie e un tempo esterno alle scaffalature. Nel primo caso si è stimato il tempo di accesso alle singole postazioni e successivamente il tempo medio di accesso ad una locazione generica che rappresenterà il tempo interno nell'ipotesi di una mappatura randomizzata all'interno delle corsie. Nell'ipotesi di svuotare tutto il saccone una volta prelevato e che l'operatore entri ed esca sempre dallo stesso lato, si ha che:

- Tempo per passare da un'unità di carico all'altra ($v_x=2,5$ m/s, $v_y=0,5$ m/s):

$$t = 2 \times \left(\frac{L_{udc} + g_{udc}}{v_x} + \frac{h_{carrello}}{v_y} \right) = 2 \times \left(\frac{1,2 + 0,1}{2,5} + \frac{0,2}{0,5} \right) = 1,84 \text{ s}$$

- Tempo per passare da un pallet all'altro attraversando il montante:

$$t = 2 \times \left(\frac{L_{udc} + g_{udc} + s_{montante}}{v_x} + \frac{h_{carrello}}{v_y} \right) = 2 \times \left(\frac{1,2 + 0,1 + 0,15}{2,5} + \frac{0,2}{0,5} \right) = 1,96 \text{ s}$$

- Tempo per cambiare livello:

$$t = 2 \times \frac{h_{vano}}{v_y} = 2 \times \frac{2}{0,5} = 8 \text{ s}$$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			45	46	47	48	49	50
16,8	18,6	20,6	22,4	24,4	26,2	28,2	30,0	32,0	33,8			100,4	102,2	104,2	106,0	108,0	109,8
8,8	10,6	12,6	14,4	16,4	18,2	20,2	22,0	24,0	25,8			92,4	94,2	96,2	98,0	100,0	101,8
0,8	2,6	4,6	6,4	8,4	10,2	12,2	14,0	16,0	17,8			84,4	86,2	88,2	90,0	92,0	93,8

Figura 4. 25 Tempi di accesso alle singole locazioni

Il tempo medio di accesso ad una postazione del fronte di scaffalatura sarà pertanto di:

$$\bar{t}_a = \frac{\sum t_a}{N_{postazioni}} = \frac{8298}{150} = 55,3 \text{ s}$$

Si calcolano quindi i tempi dei percorsi a vuoto e a pieno carico. Si è inoltre stimato un tempo di apertura del corridoio di 50 secondi, mentre i valori degli altri parametri rimangono gli stessi di quelli del Paragrafo 4.3 (Tabella 4.21).

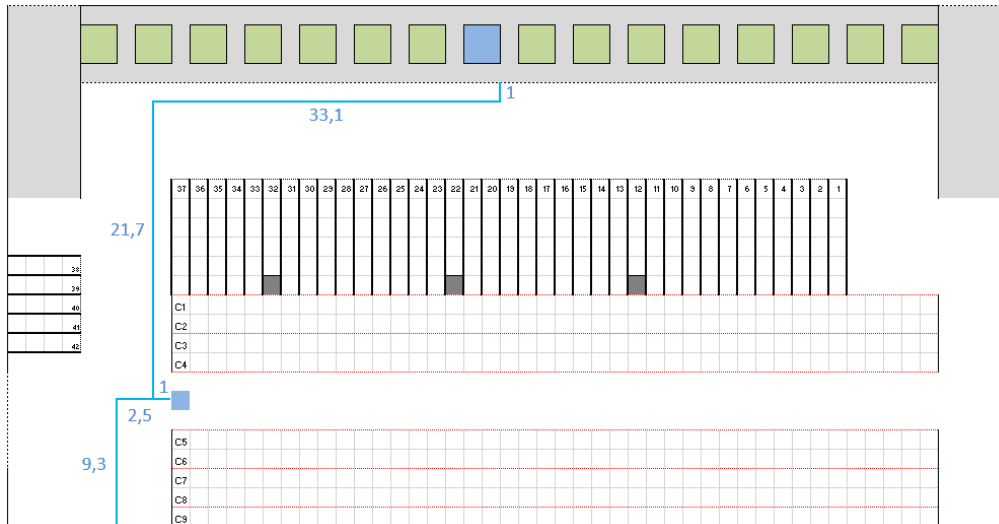


Figura 4. 26 Calcolo tempi medi: magazzino compattabile

$$t_v = t_{\text{percorso a vuoto}} + t_{\text{curve}} + t_{\text{apertura porte}}$$

Se la corsia è aperta si avrà che:

$$t_v = \frac{9,3 + 2,5}{2,5} + 1 \times 2 + 0 = 6,7 \text{ s}$$

Se invece la corsia è chiusa:

$$t_v = \frac{9,3 + 2,5}{2,5} + 1 \times 2 + 50 = 56,7 \text{ s}$$

$$t_{pc} = t_{\text{percorso a pc}} + t_{\text{curve}} + t_{\text{forche}} = \frac{1 + 21,7 + 33,1 + 1}{2,5} + 3 \times 2 + 8 = 36,7$$

Se la corsia è chiusa:

$$t_{tot} = t_v + t_{pc} + \bar{t}_a = 6,7 + 36,7 + 55,3 = 93,42 \text{ s}$$

Se invece è aperta, $t_{tot} = 43,4 \text{ s}$.

La differenza tra i due casi evidenzia anche numericamente l'importanza di ridurre al minimo l'apertura dei corridoi.

La Tabella 4.21 riporta il caso del prelievo di udc nel drive-in piuttosto che nel compattabile, mentre la 4.22 mostra il confronto con lo stato As-Is.

Parametro	Tempo
Percorso a vuoto [m]	62,1
Percorso a pieno carico [m]	5
Numero curve viaggio a vuoto	2
Numero curve viaggio a pieno carico	0
Profondità corsia [m]	8,4
Numero livelli	2
Altezza vano [m]	2,35
Velocità sollevamento/discesa [m/s]	0,5
Velocità massima [m/s]	3,5
Velocità transizione [m/s] (70% Vmax)	2,5
Velocità entrata tunnel [m/s] (50% Vmax)	1,8
Velocità uscita tunnel [m/s] (30% Vmax)	1
Tempo curva [s]	2
Tempo posizionamento forche [s]	8
Tempo manovra [s]	5

Tempo [s]	Drive-in
Tempo accesso scaffalatura	24,84
Tempo curve viaggio a vuoto	4
Tempo curve a pieno carico	0
Tempo entrata tunnel	2,33
Tempo prelievo	4,7
Tempo di accesso silo	2
Tempo uscita tunnel	4,2

Area	Drive-in
Tempo a vuoto [s]	31,17
Tempo a pieno carico [s]	23,9
Tempo totale [s]	55,07

Tabella 4. 21 Calcolo tempi medi per la parte drive-in

	Area	Tempo totale [s]
As-Is	Centrale	61,08
	Laterale	89,02
To-Be	Compattabile (Corsia aperta)	43,4
	Compattabile (Corsia chiusa)	93,4
	Drive-in	55,07

Tabella 4. 22 Confronto tempi con lo stato As-Is

Si vede che i tempi del drive-in calano a causa della diminuzione della profondità delle corsie, mentre i tempi del compattevole diminuiscono drasticamente se la corsia è aperta. Una possibile e semplice contromisura è quella di far lavorare l'operatore in parallelo mentre il corridoio si sta aprendo.

Simulazione. Anche per questa soluzione si cercherà di simulare la performance del re-layout ipotizzando l'implementazione del magazzino al momento dell'analisi, ossia a fine Giugno 2018. Il magazzino presenta 878 unità di carico a magazzino, sufficienti per essere stoccati anche solo nella parte compattevole con una saturazione del $\frac{878}{1350} = 65\%$. Tale risultato era auspicabile visto l'elevato aumento della capacità e della selettività del magazzino.

Impatto sui costi e saving in logistiche interne. Il limite principale di questa soluzione è l'elevato investimento richiesto per la sua realizzazione, a causa delle componenti elettroniche, della realizzazione delle guide e dei carrelli traslanti. Il costo

stimato si aggira infatti intorno ai 250.000 €, ma come si vedrà di seguito i benefici di questa soluzione non solo di livello gestionale ma anche economico.

Il fatto di avere aumentato di molto sia la capacità del magazzino che la sua selettività consente non solo, come si è visto, di stoccare tutto il materiale a magazzino ma anche quello presente nelle logistiche esterne. Se si riprendono le Tabelle 4.13 del Paragrafo 4.3 si vede che a Giugno 2018 erano presenti 461 unità di carico, constatando che la capacità disponibile è sufficiente ad alloggiare anche questi big bags. Sarà naturalmente necessario mappare i codici secondo i criteri illustrati in precedenza. Ciò potrebbe creare difficoltà per alcune referenze presenti in logistica esterna in quantità di molto superiori ai rispettivi consumi medi e quindi a quelle considerate durante la progettazione della mappatura. Il codice 20.01489 di classe B, per esempio, ha una giacenza media di 6 sacconi ma della stessa referenza sono presenti 156 big bags in logistica esterna, valore di molto superiore alla capacità riservata alla classe B in fase di mappatura. È tuttavia possibile sopperire al problema riservando una corsia del compattabile per i codici in esubero, per esempio l'ultima, insieme ai granuli di classe D.

$$\begin{aligned} \text{Saving mensile} &= Udc \text{ trasferibili} \times \text{tariffa mensile} = 461 \times 5,81 \\ &= 2679 \text{ €/mese} \end{aligned}$$

Mese	Qtà
10.2017	1052
09.2017	916
07.2017	839
11.2017	788
02.2018	713
08.2017	699
01.2018	695
12.2017	692
03.2018	597
04.2018	483
06.2018	449
06.2017	351
05.2018	302

Bisogna tuttavia sottolineare che la giacenza in logistica esterna nel mese di Giugno è tra le più basse registrate nell'ultimo anno: il trasferimento di materiale nel magazzino granuli può essere quindi superiore a quello considerato per Giugno 2018. Ai fini dell'analisi si considera la giacenza media dei pallet esterni e se ne ricalcola il saving:

$$\begin{aligned} \text{Saving}_{log. est.} &= \overline{G_{log. est.}} \times \text{tariffa mensile} = 660 \times 5,81 \\ &= 3835 \text{ €/mese} \end{aligned}$$

Tabella 4. 23 Giacenza stoccata in logistica esterna in ordine decrescente

L'adozione di questa soluzione permette risparmi anche dal punto di vista dei trasporti tra i vari plant. Nel Paragrafo 3.7 si era concluso che:

- Più si aumentano i trasferimenti diretti dai plant produttivi al magazzino granuli, più aumentano i risparmi dal punto di vista dei trasporti.
- Il flusso esterno di granulo dai plant produttivi al polo logistico e successivamente al magazzino granuli è caratterizzato da un'inefficienza "geografica", dal momento che i vettori passano di fronte al magazzino granuli prima di raggiungere il polo.

Aumentare la capacità del magazzino granuli consente di aumentare il numero di trasferimenti diretti, riducendo i costi di trasferimento e sfruttando al meglio la collocazione geografica degli stabilimenti. Nel Paragrafo 3.7 si era inoltre calcolato, con i dati di Giugno 2018, che trasferendo tutti i big bags direttamente al magazzino granuli senza passare prima per il polo o per la logistica esterna, si può ottenere un risparmio di circa il 50% sui costi totali di trasferimento. Naturalmente è difficile stabilire a priori le dimensioni del risparmio in previsione dell'adozione del layout compattabile, ma si può ipotizzare di trasferire in maniera diretta almeno un quarto dei big bags trasferiti a Giugno 2018 (circa il triplo di quelli effettivamente trasferiti in maniera diretta in questo periodo di tempo).

$$\begin{aligned}
 Saving_{trasferimenti} &= N_{camion} \times C_{tratta} \\
 &= \left[\frac{udc \text{ trasferibili in maniera diretta}}{capacità \text{ camion}} \right] \times C_{tratta} = \left[\frac{1656}{4} \times \frac{1}{22} \right] \times 80 \\
 &= 1520 \text{ €/mese}
 \end{aligned}$$

Sommando i saving ottenuti dallo stoccaggio e dai trasferimenti, è possibile stimare il ritorno dell'investimento necessario alla realizzazione del layout.

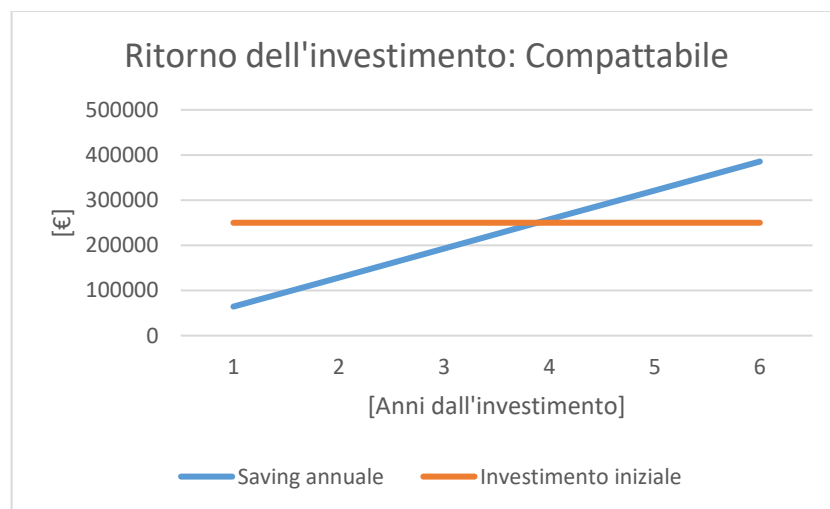


Grafico 4. 9 Ritorno dell'investimento del magazzino compattabile

Il Grafico 4.9 mostra che il punto di pareggio si avrebbe dopo circa 4 anni, non troppo elevato visto l'importante investimento richiesto.

Conclusioni. La soluzione proposta permette di conseguire i seguenti vantaggi:

- Tutti i codici trovano spazio nelle scaffalature e non è più presente materiale stoccato a terra.
- Selettività unitaria nella parte compattabile.
- Elevato aumento della capacità del magazzino.
- Elevati saving in logistiche esterne e nei flussi logistici, che consentono inoltre un ritorno dell'investimento in tempi non troppo elevati.
- Riduzione dei tempi interni se il corridoio è aperto.
- Riduzione costi di trasferimento e sfruttamento della collocazione geografica dei plant.

Il magazzino compattabile comporta invece i seguenti svantaggi:

- Elevati investimenti richiesti.
- È richiesto un aggiornamento del software per la suddivisione dei codici in classi.
- Importanti tempi per la realizzazione.
- Necessità di mappare i codici per ridurre la frequenza di apertura dei corridoi.

L'adozione di questa soluzione ha inoltre due implicazioni fondamentali:

1) Visto l'elevato aumento di capacità, è opportuno saturare in maniera ottimale il magazzino prevedendo eventualmente un trasferimento delle unità di carico attualmente stoccate nel polo logistico.

2) Vanno considerate le implicazioni che questo tipo di magazzino ha sulla sicurezza. Quella interna alle scaffalature non è problema: l'entrata e l'uscita degli operatori è tipicamente rilevata da barriere fotoelettriche posizionate ad ogni ingresso dell'impianto. La presenza di ulteriori fotocellule, collocate lungo le basi mobili, permette di rilevare la presenza di eventuali ostacoli nel corridoio, arrestandone immediatamente il movimento. L'operatore è comunque sempre chiamato a dare il consenso a qualsiasi movimentazione tramite un apposito pulsante posizionato sul quadro elettrico generale e sui quadri a bordo di ogni base mobile. A completare il quadro dei dispositivi di sicurezza ci sono le luci lampeggianti e gli avvisatori

acustici che segnalano l'impianto in movimento [5]. Diverso il discorso per la sicurezza al di fuori delle scaffalature compattabili: nel Paragrafo 3.3 si era spiegato che le corsie laterali dell'attuale drive-in sono intervallate da delle uscite di emergenza.

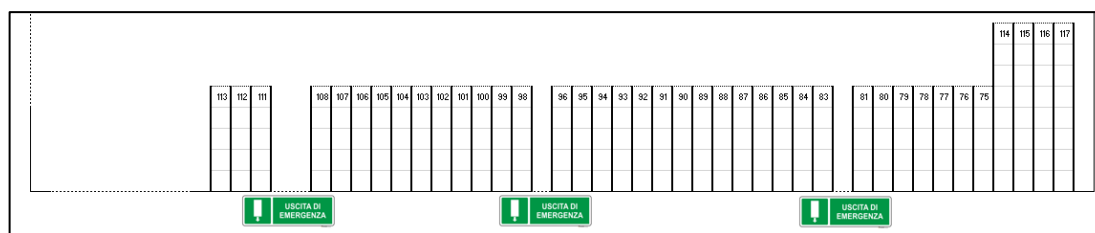


Figura 4. 27 Locazione delle uscite di sicurezza nell'attuale drive-in

La presenza delle scaffalature compattabili andrebbe pertanto a bloccare tali uscite ed è quindi necessario prevedere delle soluzioni alternative. Il problema principale è quello di far uscire gli operatori che si trovano all'interno del corridoio al momento dell'emergenza. Una soluzione potrebbe essere quella di ricavare delle uscite nei due lati corti dell'edificio, già presenti ma ad oggi poco utilizzate.

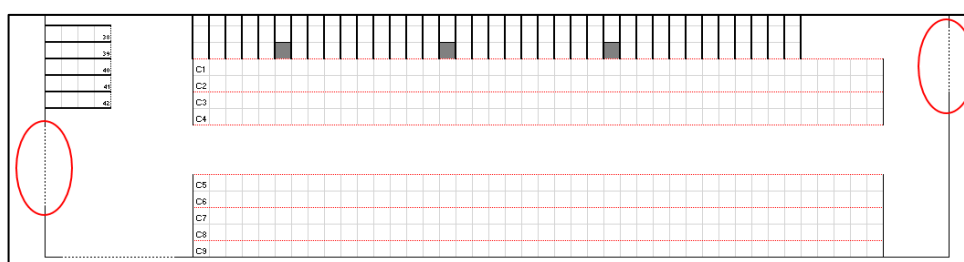


Figura 4. 28 Possibili locazioni delle uscite di sicurezza nel magazzino compattabile

CONCLUSIONI

Con questo progetto ci si era proposto, attraverso un'operazione di re-layout, di trovare delle soluzioni che ponessero rimedio all'incapacità del magazzino materie prime di gestire un numero sempre più numeroso di referenze con giacenze e consumi molto diversi tra di loro. Si è andato pertanto alla ricerca delle cause del problema analizzando alcuni indici caratteristici, i flussi e le performance del magazzino. Si è arrivati alla conclusione che i bassi indici di saturazione e la mancanza di corsie disponibili per le unità di carico non sono tanto causati da una capacità limitata del magazzino, quanto da un numero e da una profondità delle corsie che con il passare degli anni è diventato sempre più insostenibile per gestire un mix di codici granulo sempre più ampio.

La prima soluzione proposta ha avuto come obiettivo la definizione della profondità ottimale delle corsie drive-in in accordo con il fabbisogno dei vari codici. Si è a tale scopo sviluppata una procedura generale per il dimensionamento di un generico magazzino drive-in che dividesse il layout in classi o aree a diverse profondità in relazione ai consumi e alla rotazione dei materiali. Questa proposta di re-layout ha garantito lo stoccaggio di tutti i codici prodotto con una giacenza coerente con il loro fabbisogno e con l'indice di rotazione del magazzino, oltre ai miglioramenti in termini di flussi e tempi di ricerca del materiale. È inoltre una soluzione molto economica e realizzabile in tempi brevi, ma che non consente elevati risparmi in logistiche esterne.

Il secondo re-layout è invece nato dall'idea di aumentare simultaneamente la capacità e la selettività del magazzino in spazi ristretti e non modificabili. Ciò è realizzabile attraverso l'adozione di un magazzino compattabile, ossia una serie di scaffalature mobili a semplice profondità che garantiscono l'apertura di un solo corridoio per volta. Questa soluzione aumenta notevolmente la capacità del magazzino in spazi limitati e porta la selettività delle unità di carico al 100%, annullando i problemi legati alla monoreferenzialità tipica delle corsie drive-in. Per sopperire ad uno dei limiti principali di questa soluzione, ossia il tempo di apertura del corridoio, si è ideata una mappatura che consente di rendere disponibile, in ciascun corridoio, un mix di codici quanto più ampio possibile in quantità coerenti ai loro fabbisogni. Il risultato è stato un magazzino che risolverebbe tutti i problemi dello stato attuale e che consentirebbe uno pressoché totale inutilizzo delle logistiche esterne con un conseguente e cospicuo saving in stoccaggio outsourcing, oltre a garantire un aumento

dei trasferimenti diretti dal plant di produzione del compound di PVC al magazzino granuli sfruttando la disposizione geografica dei due stabilimenti. L'unico limite di questa proposta è l'elevato investimento richiesto, oltre ai lunghi tempi per la sua realizzazione.

Il risultato di questo lavoro è un progetto in fase di approvazione che ha come obiettivo la comprensione dell'alternativa migliore da adottare, che è giocoforza condizionata dal budget aziendale e dalla valutazione sul ritorno degli investimenti oltre che dalla volontà di raggiungere una soluzione efficace ed efficiente nel breve o nel lungo periodo.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio la mia famiglia per il supporto e la pazienza.

Gli amici e i Bachetoni, per esserci sempre, non solo da Toni Conte. Gli Alberi di Wobbafett e i Tamiozzi, per le risate e le serate in compagnia.

Ringrazio l'organizzazione Fitt per le opportunità ricevute, la fiducia e la considerazione riposta, ed in particolare a Marco per il supporto alla realizzazione di questo testo.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

[1] Baretta V., Navaroni M., *Controllo delle scorte Modelli di ottimizzazione*, Economia Aziendale Online, Vol. 7.4/2016: 305-329

[2] Marc Goetschalckx, H. Donald Ratliff, *Optimal lane depths for single and multiple products in block stacking storage systems*, 1991, IIE Transactions, 23:3, 245-258

[3] Pareschi A., Persona A., Ferrari E., Regattieri A., *Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario*, Seconda edizione 2011, Bologna, Società Editrice Esculapio.

[4] Pontarin S., *Logistica e stagionalità nel dimensionamento del magazzino: il caso Dolciaria Loison*, Tesi di laurea magistrale, Università degli Studi di Padova, a.a. 2016-2017, relatore Persona A.

[5] Compattacargo.com

[6] Fitt.com

[7] Logisticaefficiente.it

[8] Polimerica.it

APPENDICE

Si riportano di seguito le due tabelle utilizzate per le analisi ABC.

La Tabella A.1 è stata utilizzata per la mappatura del re-layout 1 e riporta la lista dei codici del magazzino granuli e le loro giacenze necessarie in base ai consumi medi da Giugno 2017 a Giugno 2018 con un indice di rotazione di 2,5 rotazione/mese.

La Tabella A.2 è stata invece utilizzata per la mappatura dei codici nelle corsie del compattabile e riporta la lista dei codici, le loro giacenze e consumi durante il periodo tra Giugno 2017 e Giugno 2018.

Ordinando i codici in ordine decrescente in base alle giacenze necessarie nel primo caso e in base ai consumi nel secondo, si sono calcolate le frequenze cumulate al fine di ottenere le curve dei Grafici 4.4, 4.6 e 4.7.

Codice	Giacenza necessaria	G cumulata	Numero codici cumulati	Classe/Area
20.03044	57	8%	1%	A
20.00003	40	13%	1%	A
20.02000	36	18%	2%	A
20.00000	31	22%	2%	A
20.01609	28	26%	3%	A
20.02985	27	30%	4%	A
20.02042	26	33%	4%	A
20.02784	24	37%	5%	A
20.02817	23	40%	5%	A
20.02772	19	42%	6%	A
20.02748	18	45%	7%	A
20.02750	17	47%	7%	A
20.01970	15	49%	8%	A
20.01959	13	51%	8%	A
20.02119	13	53%	9%	A
20.01610	10	54%	10%	A
20.01613	10	56%	10%	A
10.00005	8	57%	11%	A
20.01529	8	58%	12%	A
20.02030	8	59%	12%	A
20.02868	8	60%	13%	A
20.02867	7	61%	13%	A
20.03130	7	62%	14%	A
10.00004	6	63%	15%	A
10.02924	6	64%	15%	A
20.02715	6	64%	16%	A
20.02749	6	65%	16%	A
20.02864	6	66%	17%	A
20.00007	5	67%	18%	A
20.00048	5	67%	18%	A
20.00113	5	68%	19%	A
20.02021	5	69%	19%	A
20.02808	5	69%	20%	A
20.02810	5	70%	21%	A
20.02992	5	71%	21%	A

Codice	Giacenza necessaria	G cumulata	Numero codici cumulati	Classe/Area
20.03101	5	71%	22%	A
20.03139	5	72%	22%	A
10.02910	4	73%	23%	A
20.00062	4	73%	24%	A
20.00089	4	74%	24%	A
20.00174	4	74%	25%	A
20.01179	4	75%	25%	A
20.01614	4	75%	26%	A
20.01730	4	76%	27%	B
20.02982	4	77%	27%	B
20.02983	4	77%	28%	B
20.03106	4	78%	28%	B
10.01765	3	78%	29%	B
20.00046	3	78%	30%	B
20.00059	3	79%	30%	B
20.01460	3	79%	31%	B
20.01611	3	80%	32%	B
20.01989	3	80%	32%	B
20.02049	3	80%	33%	B
20.02069	3	81%	33%	B
20.02809	3	81%	34%	B
20.02994	3	82%	35%	B
20.03102	3	82%	35%	B
10.00003	2	82%	36%	B
10.00538	2	83%	36%	B
10.02769	2	83%	37%	B
10.02917	2	83%	38%	B
20.00094	2	83%	38%	B
20.00349	2	84%	39%	B
20.00359	2	84%	39%	B
20.00380	2	84%	40%	B
20.01489	2	85%	41%	B
20.01530	2	85%	41%	B
20.02019	2	85%	42%	B
20.02020	2	85%	42%	B
20.02139	2	86%	43%	B
20.02669	2	86%	44%	B
20.02705	2	86%	44%	B
20.02852	2	86%	45%	B
20.02970	2	87%	45%	B
20.03001	2	87%	46%	B
20.03058	2	87%	47%	B
20.03103	2	88%	47%	B
20.03109	2	88%	48%	B
20.03116	2	88%	48%	B
20.03128	2	88%	49%	B
20.03131	2	89%	50%	B
10.00007	1	89%	50%	B
10.00008	1	89%	51%	B
10.00009	1	89%	52%	B
10.00153	1	89%	52%	B
10.02015	1	89%	53%	B
10.02425	1	89%	53%	B
10.02426	1	90%	54%	C
10.02786	1	90%	55%	C
10.02795	1	90%	55%	C
10.02805	1	90%	56%	C
10.02839	1	90%	56%	C

Codice	Giacenza necessaria	G cumulata	Numero codici cumulati	Classe/Area
10.02840	1	90%	57%	C
10.02923	1	90%	58%	C
10.02928	1	91%	58%	C
10.03036	1	91%	59%	C
20.00043	1	91%	59%	C
20.00045	1	91%	60%	C
20.00074	1	91%	61%	C
20.00075	1	91%	61%	C
20.00078	1	91%	62%	C
20.00086	1	92%	62%	C
20.00100	1	92%	63%	C
20.00107	1	92%	64%	C
20.00125	1	92%	64%	C
20.00133	1	92%	65%	C
20.00219	1	92%	65%	C
20.00499	1	92%	66%	C
20.00551	1	92%	67%	C
20.00589	1	93%	67%	C
20.00590	1	93%	68%	C
20.00639	1	93%	68%	C
20.00640	1	93%	69%	C
20.00759	1	93%	70%	C
20.01089	1	93%	70%	C
20.01189	1	93%	71%	C
20.01679	1	94%	72%	C
20.01680	1	94%	72%	C
20.01750	1	94%	73%	C
20.01751	1	94%	73%	C
20.01752	1	94%	74%	C
20.02029	1	94%	75%	C
20.02041	1	94%	75%	C
20.02109	1	95%	76%	C
20.02209	1	95%	76%	C
20.02266	1	95%	77%	C
20.02338	1	95%	78%	C
20.02559	1	95%	78%	C
20.02689	1	95%	79%	C
20.02703	1	95%	79%	C
20.02704	1	95%	80%	C
20.02720	1	96%	81%	C
20.02751	1	96%	81%	C
20.02804	1	96%	82%	C
20.02811	1	96%	82%	C
20.02969	1	96%	83%	C
20.02986	1	96%	84%	C
20.03072	1	96%	84%	C
20.03075	1	97%	85%	C
20.03104	1	97%	85%	C
20.03105	1	97%	86%	C
20.03107	1	97%	87%	C
20.03108	1	97%	87%	C
20.03117	1	97%	88%	C
20.03129	1	97%	88%	C
20.03149	1	98%	89%	C
20.03155	1	98%	90%	C
20.03156	1	98%	90%	C
20.00050	1	98%	91%	C
20.00085	1	98%	92%	C

Codice	Giacenza necessaria	G cumulata	Numero codici cumulati	Classe/Area
20.01579	1	98%	92%	C
20.01920	1	98%	93%	C
20.02729	1	98%	93%	C
20.02740	1	99%	94%	C
20.02818	1	99%	95%	C
20.02967	1	99%	95%	C
20.02968	1	99%	96%	C
20.02989	1	99%	96%	C
20.03040	1	99%	97%	C
20.03055	1	99%	98%	C
20.03056	1	100%	98%	C
20.03065	1	100%	99%	C
20.03083	1	100%	99%	C
20.03120	1	100%	100%	C

Tabella A. 1 Cumulate per ABC re-layout 1

Codice	Giacenza	G cumulata	Consumi	Cns cumulati	N codici	Classe
20.03044	32	4%	142	9%	1%	A
20.00003	51	10%	100	15%	1%	A
20.02000	21	13%	89	21%	2%	A
20.00000	54	19%	77	26%	2%	A
20.01609	20	22%	69	30%	3%	A
20.02985	14	23%	66	34%	4%	A
20.02042	19	26%	65	38%	4%	A
20.02784	17	28%	58	42%	5%	A
20.02817	18	30%	57	46%	5%	A
20.02772	15	32%	47	49%	6%	A
20.02748	19	34%	44	51%	7%	A
20.02750	11	35%	42	54%	7%	A
20.01970	11	37%	36	56%	8%	A
20.02119	9	38%	32	58%	8%	A
20.01959	13	39%	32	60%	9%	A
20.01613	10	40%	25	62%	10%	A
20.01610	11	42%	23	63%	10%	A
10.00005	8	43%	19	64%	11%	A
20.01529	18	45%	19	65%	12%	A
20.02030	12	46%	18	67%	12%	A
20.02868	8	47%	18	68%	13%	A
20.03130	6	48%	18	69%	13%	A
20.02867	6	48%	17	70%	14%	A
20.02749	10	50%	15	71%	15%	A
20.02715	9	51%	15	72%	15%	A
10.02924	5	51%	14	73%	16%	A
10.00004	7	52%	14	73%	16%	A
20.02864	6	53%	14	74%	17%	A
20.02808	5	53%	13	75%	18%	A
20.03139	7	54%	12	76%	18%	A
20.00007	14	56%	12	77%	19%	A
20.03101	5	56%	12	77%	19%	A
20.00113	7	57%	12	78%	20%	A
20.02810	5	58%	12	79%	21%	A
20.00048	4	58%	11	79%	21%	A
20.02021	5	59%	11	80%	22%	A
20.02992	8	60%	11	81%	22%	B
20.01179	11	61%	10	81%	23%	B
20.02983	6	61%	10	82%	24%	B
20.01614	14	63%	10	83%	24%	B
20.01730	5	64%	10	83%	25%	B

Codice	Giacenza	G cumulata	Consumi	Cns cumulati	N codici	Classe
20.00062	2	64%	10	84%	25%	B
20.00089	3	64%	10	84%	26%	B
20.00174	4	65%	9	85%	27%	B
10.02910	5	65%	9	85%	27%	B
20.03106	7	66%	9	86%	28%	B
20.02982	4	66%	8	86%	28%	B
10.01765	6	67%	8	87%	29%	B
20.03102	5	68%	8	87%	30%	B
20.01611	7	68%	8	88%	30%	B
20.01460	5	69%	7	88%	31%	B
20.00059	4	69%	7	89%	32%	B
20.01989	4	70%	6	89%	32%	B
20.02994	3	70%	6	89%	33%	B
20.00046	3	71%	6	90%	33%	B
20.02049	5	71%	6	90%	34%	B
20.02809	4	71%	6	90%	35%	B
20.02069	4	72%	6	91%	35%	B
20.02020	2	72%	5	91%	36%	B
20.03116	4	73%	5	91%	36%	B
20.00094	3	73%	5	92%	37%	B
20.02852	3	73%	5	92%	38%	B
10.02769	2	73%	5	92%	38%	B
20.01489	6	74%	5	92%	39%	B
20.03001	4	75%	4	93%	39%	B
20.03058	3	75%	4	93%	40%	B
20.03131	4	75%	4	93%	41%	B
10.02917	2	76%	4	93%	41%	B
20.00349	4	76%	4	94%	42%	B
20.02139	2	76%	4	94%	42%	B
10.00003	5	77%	4	94%	43%	B
20.02705	3	77%	4	94%	44%	B
20.02019	4	78%	4	95%	44%	B
20.02970	4	78%	4	95%	45%	B
20.03109	5	79%	4	95%	45%	B
20.03128	5	79%	4	95%	46%	C
20.03103	3	80%	4	95%	47%	C
20.00380	2	80%	4	96%	47%	C
10.00538	2	80%	3	96%	48%	C
20.01530	7	81%	3	96%	48%	C
20.02669	8	82%	3	96%	49%	C
20.00359	5	82%	3	96%	50%	C
20.01089	5	83%	3	96%	50%	C
20.00590	4	83%	3	97%	51%	C
20.00086	2	83%	3	97%	52%	C
20.03107	3	84%	3	97%	52%	C
10.02805	2	84%	2	97%	53%	C
20.00133	3	84%	2	97%	53%	C
10.02928	2	84%	2	97%	54%	C
20.00100	4	85%	2	97%	55%	C
20.03129	4	85%	2	97%	55%	C
20.00107	5	86%	2	98%	56%	C
20.03117	3	86%	2	98%	56%	C
20.02266	1	86%	2	98%	57%	C
20.02804	5	87%	2	98%	58%	C
20.03105	3	87%	2	98%	58%	C
20.00589	6	88%	2	98%	59%	C
20.02811	6	88%	2	98%	59%	C
20.01189	2	89%	2	98%	60%	C

Codice	Giacenza	G cumulata	Consumi	Cns cumulati	N codici	Classe
10.00153	2	89%	2	98%	61%	C
20.00640	3	89%	2	98%	61%	C
20.02029	2	89%	2	99%	62%	C
20.00499	3	90%	2	99%	62%	C
20.02704	2	90%	2	99%	63%	C
20.00074	5	90%	2	99%	64%	C
10.02923	2	90%	2	99%	64%	C
10.00007	2	91%	2	99%	65%	C
20.02720	2	91%	1	99%	65%	D
20.00078	2	91%	1	99%	66%	D
20.02751	3	91%	1	99%	67%	D
20.00639	2	92%	1	99%	67%	D
10.00008	1	92%	1	99%	68%	D
20.03149	1	92%	1	99%	68%	D
10.02015	1	92%	1	99%	69%	D
20.00125	2	92%	1	99%	70%	D
10.02840	2	92%	1	99%	70%	D
20.00219	3	92%	1	100%	71%	D
20.00043	2	93%	1	100%	72%	D
20.02041	4	93%	1	100%	72%	D
10.02839	2	93%	1	100%	73%	D
20.03072	2	93%	1	100%	73%	D
10.02426	1	93%	1	100%	74%	D
20.01752	1	94%	1	100%	75%	D
10.02425	1	94%	1	100%	75%	D
20.02986	1	94%	1	100%	76%	D
20.03104	2	94%	1	100%	76%	D
10.02795	2	94%	1	100%	77%	D
20.03075	3	94%	1	100%	78%	D
20.03108	5	95%	1	100%	78%	D
20.00551	1	95%	1	100%	79%	D
20.02338	1	95%	1	100%	79%	D
10.02786	1	95%	1	100%	80%	D
20.01751	2	95%	1	100%	81%	D
20.02689	1	95%	1	100%	81%	D
10.03036	1	96%	1	100%	82%	D
20.00759	2	96%	1	100%	82%	D
20.02703	9	97%	1	100%	83%	D
10.00009	1	97%	1	100%	84%	D
20.01680	1	97%	1	100%	84%	D
20.01679	2	97%	1	100%	85%	D
20.02969	1	97%	1	100%	85%	D
20.01750	1	97%	1	100%	86%	D
20.03155	1	97%	1	100%	87%	D
20.00075	1	97%	1	100%	87%	D
20.02209	1	97%	1	100%	88%	D
20.02109	2	97%	1	100%	88%	D
20.00045	1	97%	1	100%	89%	D
20.02559	1	97%	1	100%	90%	D
20.03156	1	97%	1	100%	90%	D
20.02818	5	98%	0	100%	91%	D
20.03056	5	98%	0	100%	92%	D
20.02967	4	99%	0	100%	92%	D
20.02968	3	99%	0	100%	93%	D
20.02989	3	99%	0	100%	93%	D
20.02729	2	100%	0	100%	94%	D
20.02740	2	100%	0	100%	95%	D
20.03040	1	100%	0	100%	95%	D

Codice	Giacenza	G cumulata	Consumi	Cns cumulati	N codici	Classe
20.03065	1	100%	0	100%	96%	D
20.03120	1	100%	0	100%	96%	D
20.03083	1	100%	0	100%	97%	D
20.03055	1	100%	0	100%	98%	D
20.00050	1	100%	0	100%	98%	D
20.00085	1	100%	0	100%	99%	D
20.01579	1	100%	0	100%	99%	D
20.01920	1	100%	0	100%	100%	D

Tabella A. 2 Cumulate per ABC re-layout 2