

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

---

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Gestionale

**DIEM**

**TESI DI LAUREA**

**in**

**LOGISTICA INDUSTRIALE**

**ANALISI DEI FLUSSI LOGISTICI DI UNO  
STABILIMENTO INDUSTRIALE:  
IL CASO “MEC3”**

**Candidato:**

**Anastasio Vavuliotis**

**Relatore:**

**Chiar.mo Prof. Alberto Regattieri**

**Correlatori:**

**Ing. Giulia Santarelli**

**Luciano Carestiato**

**Alessandro Pagnini**

---

**Anno Accademico 2010/2011 – III sessione**



# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>7</b>
<b>CAPITOLO 1 - I PRINCIPI TEORICI DEL RE-LAYOUT</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1. DATI IN INGRESSO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2. STUDIO DEL FLUSSO DEI MATERIALI E DELLE ATTIVITA' OPERATIVE</b> <sup>(3)</sup> .....	<b>12</b>
1.2.1. Analisi del prodotto e delle quantità .....	12
1.2.2. Studio del flusso dei materiali .....	14
<b>1.3. STUDIO DELLE ATTIVITA' DI SERVIZIO</b> .....	<b>19</b>
<b>1.4. DIAGRAMMA DEL FLUSSO E/O RAPPORTI FRA LE ATTIVITA' </b> <sup>(3)</sup> .....	<b>20</b>
1.4.1. Tabella dei rapporti combinata .....	21
1.4.2. Diagramma dei rapporti fra le attività .....	21
<b>1.5. DETERMINAZIONE DELLO SPAZIO RICHIESTO E CONFRONTO CON LO SPAZIO DISPONIBILE</b> .....	<b>23</b>
1.5.1. Metodo dei calcoli diretti .....	23
1.5.2. Metodo delle conversioni .....	24
1.5.3. Metodo degli spazi standard .....	24
1.5.4. Metodo del layout schematico .....	24
1.5.5. Metodo della tendenza ed estrapolazione dei rapporti indicativi degli spazi .....	25
1.5.6. Spazio disponibile.....	25
<b>1.6. DETERMINAZIONE DEL DIAGRAMMA DEI RAPPORTI TRA GLI SPAZI</b> .....	<b>26</b>
<b>1.7. PROGRAMMI DI CALCOLO PER LA PIANIFICAZIONE AUTOMATICA DEL LAYOUT DEI SISTEMI PRODUTTIVI</b> <sup>(4)</sup> ..	<b>27</b>
1.7.1. Principali modellizzazioni del problema .....	27
1.7.2. Algoritmi risolutivi .....	28
1.7.3. Approccio integrato “LRP” – Logistic and Re-layout Program	29
<b>1.8. SCELTA DEL LAYOUT OTTIMALE</b> .....	<b>30</b>
1.8.1. Fattori considerati (nei metodi 1, 2, 3) .....	31
1.8.2. Confronto dei costi (metodo 4).....	31
<b>1.9. PROGETTO ESECUTIVO</b> <sup>(3)</sup> .....	<b>31</b>
<b>1.10. REALIZZAZIONE DEL PROGETTO</b> .....	<b>32</b>
<b>CAPITOLO 2 - STRUMENTI INFORMATICI A SUPPORTO DEL PROGETTISTA</b> .....	<b>35</b>
<b>2.1. OASI</b> .....	<b>35</b>
<b>2.2. MICROSOFT OFFICE 2010</b> .....	<b>37</b>

2.3.	<b>AUTOCAD 2011</b> .....	<b>38</b>
2.4.	<b>LRP 2.00</b> .....	<b>39</b>
<b>CAPITOLO 3 - L'AZIENDA "MEC3"</b> .....		<b>45</b>
3.1.	<b>LA STORIA</b> <sup>(10)</sup> .....	<b>45</b>
3.2.	<b>I RISULTATI DI OGGI (2004 – 2011)</b> .....	<b>46</b>
3.3.	<b>INTERNAZIONALIZZAZIONE</b> .....	<b>48</b>
3.4.	<b>I PRODOTTI</b> .....	<b>49</b>
3.5.	<b>STRUTTURA ORGANIZZATIVA</b> .....	<b>51</b>
<b>CAPITOLO 4 - ANALISI DEL LAYOUT AS-IS</b> .....		<b>53</b>
4.1.	<b>ORGANIZZAZIONE DELLA PRODUZIONE</b> .....	<b>53</b>
4.1.1.	I reparti produttivi .....	54
4.2.	<b>STUDIO DEL LAYOUT - DEFINIZIONE DEI FLOW CONTROL POINT E DELLE AREE DI STOCCAGGIO DEI MATERIALI</b> .....	<b>57</b>
4.3.	<b>ANALISI DEL MIX PRODUTTIVO, STUDIO DEI CICLI E SCELTA DEI PRODOTTI CARATTERISTICI</b> .....	<b>63</b>
4.3.1.	Analisi Prodotti - Quantità .....	63
4.3.2.	Studio dei cicli monoprodotto .....	65
4.4.	<b>CALCOLO DEL COSTO DELLA POLITICA DI TRASPORTO E ANALISI DELLE CONGESTIONI DI FLUSSO</b> .....	<b>70</b>
4.4.1.	Elaborazione delle From-To Chart .....	70
4.4.2.	Politica di trasporto attuale .....	75
4.4.3.	Distribuzione dei costi e delle distanze .....	78
4.4.4.	Filiera degli imballi e loro gestione .....	80
4.4.5.	Applicazione della piattaforma simulativa LRP 2.00 .....	83
4.5.	<b>MAPPATURA DELLE AREE DI LAVORAZIONE, DEI MAGAZZINI/AREE INTEROPERAZIONALI E DEI MAGAZZINI DEDICATI</b> .....	<b>84</b>
4.5.1.	Aree di lavorazione .....	84
4.5.2.	Aree di Stoccaggio: mappatura della capacità di contenimento dei materiali .....	84
4.5.3.	Analisi degli indici di rotazione .....	90
4.5.4.	Aree interoperazionali .....	97
4.6.	<b>ANALISI DI DETTAGLIO DI ALCUNE FASI/OPERAZIONI CRITICHE</b> .....	<b>98</b>
4.6.1.	Tunnel di raffreddamento .....	98
4.6.2.	Pesatura polveri (I° piano) .....	100
4.6.3.	Confezionamento .....	101
4.6.4.	Ri-etichettatura .....	106
4.6.5.	Picking prodotto finito .....	107

<b>CAPITOLO 5 - VINCOLI, CRITICITA' DELL'AS-IS, NUOVI SCENARI.</b>	<b>113</b>
<b>5.1. VINCOLI</b> .....	<b>114</b>
<b>5.2. CRITICITA' DEL LAYOUT AS-IS</b> .....	<b>115</b>
<b>5.3. GRANDEZZE DA DEFINIRE</b> .....	<b>117</b>
5.3.1. Volumi produttivi futuri per le diverse famiglie.....	117
5.3.2. Eventuali nuove famiglie, modifiche sostanziali dei cicli esistenti, livello di automazione .....	118
5.3.3. Nuova impiantistica .....	118
5.3.4. Nuovi spazi disponibili .....	120
<b>CAPITOLO 6 - ELABORAZIONE DELLE ALTERNATIVE DI LAYOUT</b>	<b>123</b>
<b>6.1. IPOTESI DI LAYOUT – PROCESSO PER FORMULARE NUOVE     ALTERNATIVE</b> .....	<b>124</b>
6.1.1. Individuazione delle filosofie .....	124
6.1.2. Redigere un nuovo layout .....	125
6.1.3. Analisi dei costi di trasporto sui volumi attuali e futuri .....	126
6.1.4. Analisi sulle aree garantite.....	126
<b>6.2. ALTERNATIVE DI LAYOUT</b> .....	<b>128</b>
6.2.1. L1 - Minor impatto sulla situazione attuale - Linee guida MEC3 .....	128
6.2.2. L2 – Razionalizzazione del flusso dei materiali .....	132
6.2.3. L3 – Magazzino unico centrale per MP e P.....	136
<b>6.3. VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE</b> .....	<b>139</b>
6.3.1. Confronto in base ai costi e alle distanze.....	139
6.3.2. Confronto tra le aree garantite .....	140
6.3.3. Valutazione aggregata .....	141
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>143</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>147</b>



# INTRODUZIONE

In un mercato sempre più esigente che impone continue innovazioni di prodotto e di processo per minimizzare i costi totali di produzione e massimizzare il livello di servizio ai clienti, sta assumendo un ruolo sempre più strategico lo studio e la razionalizzazione sistematica del layout<sup>1</sup>. La rapidità nella sostituzione dei prodotti, la presenza di porzioni di ciclo tecnologico sub-fornite all'esterno, la necessità di contenere al massimo i tempi di risposta e l'entità dei costi di trasporto interno, spingono sempre più le aziende a verificare la bontà del layout esistente e ad individuare rapidamente possibili alternative in modo da assecondare le nuove esigenze.<sup>(1)</sup>

La tesi in oggetto analizzerà i risultati ottenuti con la Razionalizzazione del Layout dello stabilimento di MEC3 di Optima s.r.l., azienda di San Clemente (RN) leader mondiale nella produzione di ingredienti e semilavorati destinati al settore del gelato artigianale e della pasticceria. La committente ha avuto necessità di questa consulenza al fine di:

- ottimizzare i flussi del trasporto inerente ai processi di produzione;
- trovare gli spazi per lo stoccaggio della merce e per la collocazione di nuovi macchinari;
- mantenere elevati standard qualitativi che l'hanno contraddistinta negli anni tra i suoi concorrenti.

Più dettagliatamente lo studio si è articolato nei seguenti passi:

1. analisi dei flussi logistici: studio del layout as-is<sup>2</sup>;
2. individuazione delle principali criticità del layout attuale;
3. definizione degli scenari futuri;
4. sviluppo delle nuove alternative di layout e analisi delle prestazioni fornite in termini di costo del trasporto della merce e di aree garantite

---

<sup>1</sup> layout: schema, tracciato, progetto, bozzetto, disposizione, configurazione.

<sup>2</sup> as is: attuale.





## CAPITOLO 1 - I PRINCIPI TEORICI DEL RE-LAYOUT

Con Re-Layout si intende la re-disposizione fisica delle risorse produttive all'interno dello stabilimento al fine di:

- *Razionalizzare i flussi logistici;*
- *Creare aree produttive sufficientemente grandi per garantire la crescita che l'azienda si aspetta.*

Il Re-Layout è un progetto che richiede:

- *Tempo:* è un'attività che va svolta passo dopo passo; è opportuno sottolineare l'importanza della fase di raccolta dati, la quale rappresenta un punto di partenza di peso fondamentale nell'intera procedura.
- *Risorse umane:* è necessario l'apporto sia di persone dedicate specificamente alla gestione del progetto in essere, sia di figure interne all'azienda che garantiscano la validazione dei dati.
- *Risorse monetarie:* per attuare le opere di modifica degli impianti.

Diversi sono i motivi per sviluppare un progetto di Re-Layout, tra i quali per esempio:

- *Domanda aziendale sensibilmente variata nel tempo* (diverse esigenze produttive);
- *Aree insufficienti;*
- *Acquisto di nuovi macchinari.*

Il Re-Layout può essere considerata un'attività inter-funzionale. Essa infatti non interessa solo la funzione Produttiva, ma coinvolge pure le seguenti aree aziendali:

- *Approvvigionamenti, Spedizioni*
- *Manutenzione*
- *Amministrazione e Finanza*

- *Controllo di Gestione*
- *Controllo di Qualità*

Fin qui si sono analizzati i motivi che stanno alla base dell'attuazione di un'attività lunga, complessa e onerosa come quella di Re-Layout e si sono visti gli attori che vi partecipano. Ora si analizzerà il processo vero e proprio di Re-Layout.

In primo luogo si procede facendo un'analisi delle prestazioni fornite dal Layout aziendale esistente in termini di *Costo Totale di Trasporto* e di *Disponibilità delle Aree*. Successivamente si studieranno nuove soluzioni alternative di L. cercando di migliorare quegli aspetti che nell'as-is producono prestazioni scadenti, e rendendo le nuove disposizioni planimetriche adeguate agli scenari futuri.

Obiettivi e Step di un Progetto di Re-Layout:

1. ANALISI DELLA SITUAZIONE DI PARTENZA
2. CRITICITA' ED OSSERVAZIONI
3. DEFINIZIONE DELLO SCENARIO FUTURO
4. ELABORAZIONI ALTERNATIVE DI LAYOUT

Un progetto di Re-Layout implica quantomeno lo studio di due disposizioni planimetriche (l'attuale e un certo numero di nuove alternative).

In figura 2 si può analizzare il diagramma che rappresenta la procedura di successione delle fasi di un Progetto Sistemático di Layout generale di un impianto industriale – SLP <sup>(2)</sup> (*Systematic Layout Planning*): tale metodo sviluppato da R.Muther nel 1973 è universalmente riconosciuto come il metodo che garantisce il più alto livello di organizzazione nello sviluppare piani di layout; si basa sulla creazione di un layout a blocchi concettuali.

In questo capitolo si cercherà di trattare ciascuna fase riportata in figura, in particolare ci si soffermerà sulle attività che si sono dimostrate fondamentali durante lo studio di questo particolare project work.

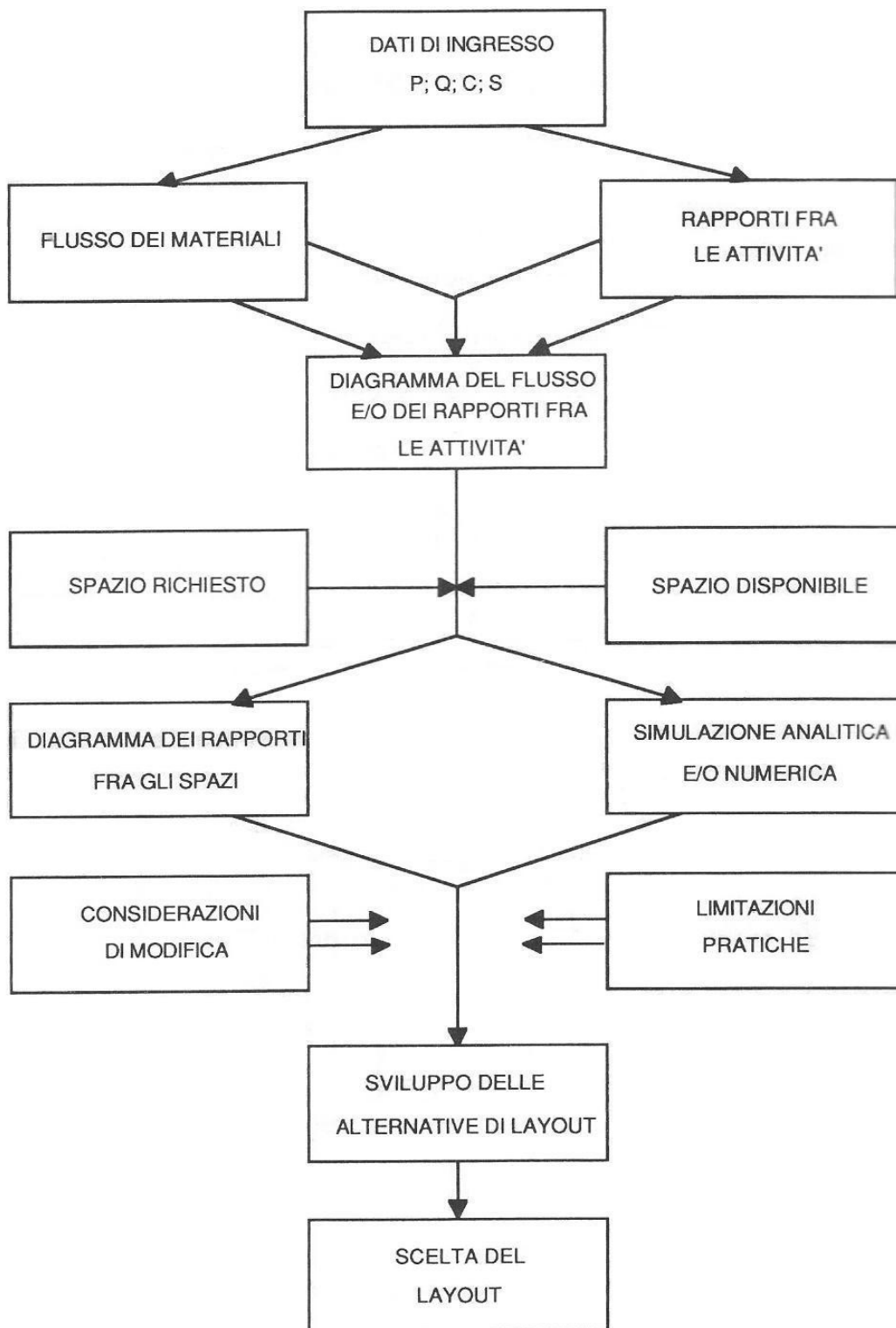


Figura 1 – Procedura del progetto sistematico del Layout generale di impianto industriale <sup>(3)</sup>

## 1.1. DATI IN INGRESSO

I principali dati di input necessari per analizzare un layout sono noti grazie allo studio di fattibilità <sup>(3)</sup> figura 3).

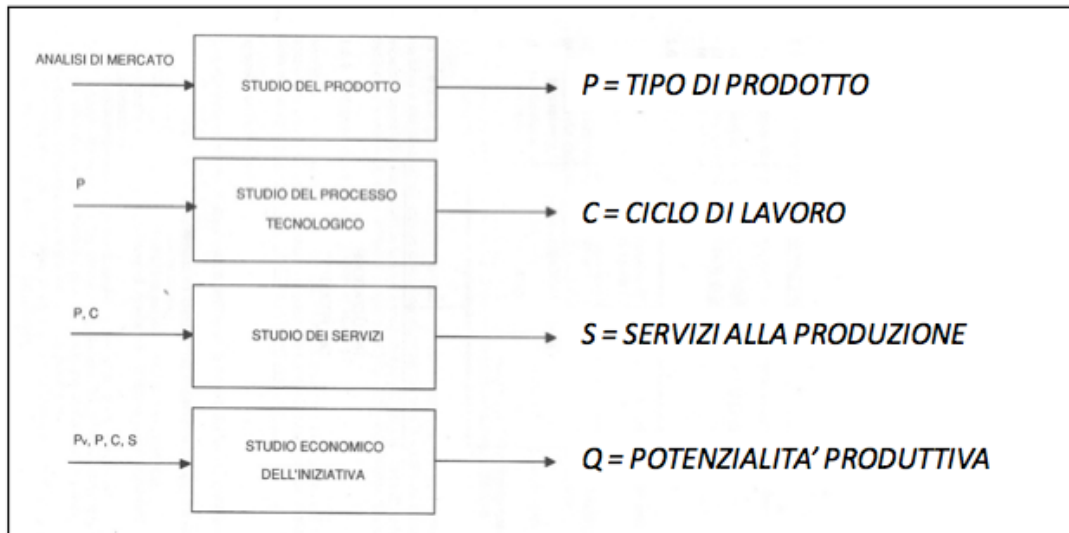


Figura 2 - Fasi successive allo Studio di Fattibilità (3)

Ricavati  $P = \text{prodotti}$ ,  $C = \text{cicli produttivi}$ ,  $S = \text{servizi alla produzione}$ ,  $Q = \text{potenzialità produttiva annua}$ , bisogna tenere conto del Layout attuale (se è presente) e di come questo impatta in termini di costi e di aree occupate. Successivamente si passa alla progettazione e alla realizzazione della nuova unità produttiva che comprende la scelta dell'ubicazione (questa fase sarà tralasciata), e lo studio della disposizione planimetrica dell'impianto, ovvero del nuovo Layout generale.

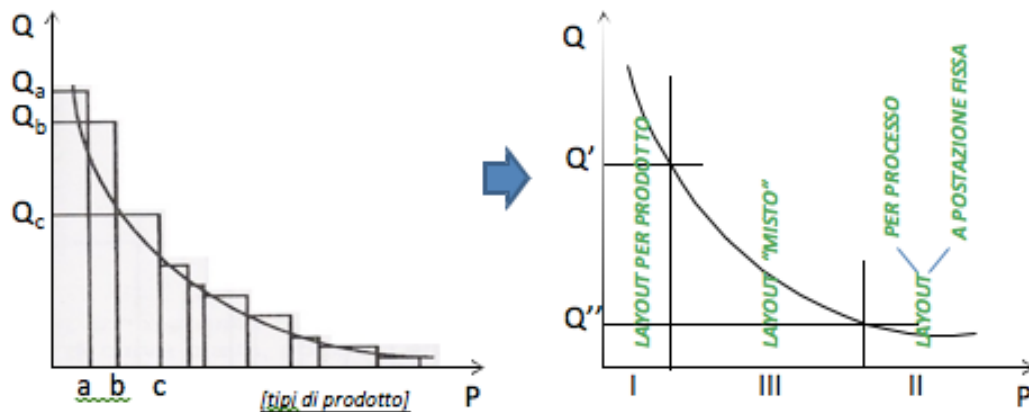
## 1.2. STUDIO DEL FLUSSO DEI MATERIALI E DELLE ATTIVITA' OPERATIVE <sup>(3)</sup>

### 1.2.1. Analisi del prodotto e delle quantità

E' necessario eseguire l'analisi del volume di produzione e delle varietà prodotte attraverso i seguenti passi:

1. Suddivisione e/o raggruppamento dei vari prodotti e materiali in esame in gruppi o famiglie;
2. Calcolo delle quantità da produrre per ciascun gruppo e per ciascun prodotto eletto come rappresentante di una famiglia.

Per rendere la situazione del mix produttivo di facile comprensione, le quantità annuali per ciascun modello vengono ordinate in modo decrescente per andare a formare la curva P-Q. Il conteggio può essere fatto in numero di pezzi, in unità di volume, o in unità di massa, etc. riferiti all'unità di tempo (es.: kg/anno).



**Figura 3 - Analisi P-Q**

- I prodotti che ricadono nella zona I sono eseguiti in grande quantità, quindi favoriscono i metodi di produzione di massa attraverso linee di produzione dedicate: si ottengono quindi disposizioni di layout per prodotto
- I prodotti che ricadono nella zona II sono eseguiti in piccole quantità, quindi sono favoriti i metodi di produzione per reparti di lavorazione omogenee o a punto fisso; si ottengono quindi:
  - disposizioni di layout a postazione fissa;
  - disposizioni di layout per processo o per reparti: le operazioni di trasformazione e di trattamento vengono eseguite in reparti caratterizzati da lavorazioni omogenee; presenta maggior flessibilità

di produzione a discapito di un maggior costo totale dei trasporti di merce all'interno degli stabilimenti

- I prodotti che ricadono nella zona III sono eseguiti in “medie” quantità; saranno prodotti in aree organizzate con layout di tipo misto nel caso tradizionale di linee e reparti produttivi co-presenti, o con layout per famiglie di prodotti, nel caso di group-technology con FMS o FAS.

Bisogna tenere conto delle relazioni di P e Q con il tempo t, ovvero di quali saranno i cambiamenti nella gamma di prodotti negli anni a venire (cambiamenti di peso di un prodotto, prodotti obsoleti, nuovi prodotti che verranno lanciati in produzione), e di come varieranno le quantità dei P rispetto ai dati storici in possesso. Tali previsioni costituiscono la base per il progetto del nuovo impianto di produzione. Nell'analisi P-Q è importante:

- non entrare troppo nei dettagli;
- non considerare i dati su P e su Q come immutabili ed estremamente precisi;
- introdurre coefficienti di sicurezza (essere cautelativi).

### 1.2.2. Studio del flusso dei materiali

Per determinare il flusso dei materiali bisogna conoscere i cicli di lavorazione “C”. Con riferimento al diagramma P-Q si possono distinguere 4 situazioni:

- a) *per un solo prodotto* è conveniente usare il foglio del processo operativo di montaggio o lavorazione (operation process chart)
- b) *per pochi prodotti (fino a 5 - 6)* è conveniente usare il foglio del processo operativo per più di un prodotto (multi-product process chart)
- c) *per molti prodotti* è opportuno procedere a:
  1. *raggruppamenti di modelli in base alle caratteristiche fisiche*
  2. *raggruppamenti di modelli che hanno processi produttivi simili*
  3. *selezione di modelli campione rappresentativi*

4. *selezione dei modelli che rappresentano le peggiori condizioni ai fini del layout*

Si può quindi applicare il metodo a) o b) a seconda del numero di modelli rappresentativi selezionati.

- d) per moltissimi prodotti diversificati è bene usare il foglio origine destinazione (from-to chart).

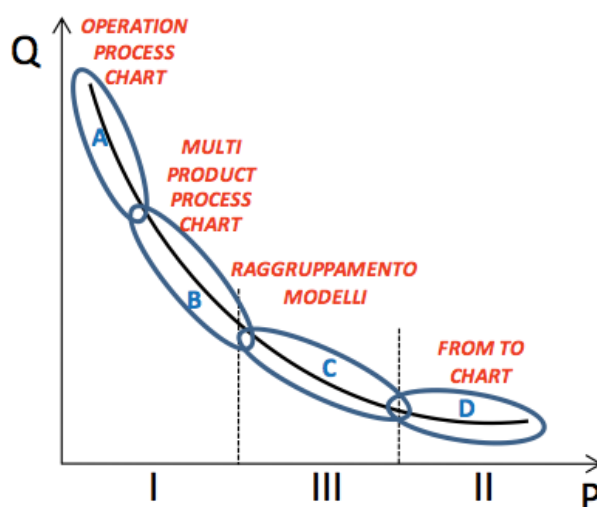


Figura 4 - Metodi di analisi del flusso dei materiali

### OPERATION PROCESS CHART

Permette di dare una rappresentazione grafica del flusso dei materiali nel processo di lavorazione per ottenere un certo prodotto. Ogni materiale quando viene trasportato attraverso un determinato processo può essere sottoposto a 5 diverse tipologie di operazioni:

- a) può essere lavorato, montato, formato, smontato;
- ⇒ b) può essere mosso, trasportato;
- c) può essere contato, controllato, ispezionato;
- D d) può aspettare per una operazione successiva o per l'arresto del suo lotto di produzione
- ▽ e) può essere immagazzinato.

Per ogni tipologia di fase abbiamo un simbolo corrispondente (classificazione unificata da A.S.M.E. - *American Society of Mechanical Engineers*, sopra riportata). Tali simboli vengono usati per dare ai progettisti del layout un'interpretazione immediata delle problematiche presenti lungo un dato ciclo produttivo. Il foglio del processo operativo deve anche indicare:

- l'intensità del flusso dei materiali sui tratti che collegano le varie stazioni operative: se i materiali sono simili o più o meno omogenei, l'intensità del flusso viene misurata in kg (o tonnellate, o ettolitri, o carichi pallettizzati) diviso l'unità di tempo (ora, mese, o anno). Qualora non esistano dei contenitori o delle unità di trasporto comuni per materiali diversi, sia per natura, sia per caratteristiche, si ricorre al conteggio del numero di MAG per ogni materiale, il quale offre una misura della sua trasportabilità;
- il mezzo e la sua capacità di trasporto: in modo da poter ricavare un certo numero di viaggi/gg tra i vari reparti, e poter associare ad ogni flusso un costo unitario di trasporto [€/m];
- l'eventuale eliminazione o allontanamento di sfridi, ritagli, perdite o simili: per tener conto del flusso dei materiali che non faranno parte del prodotto finito, ma che tuttavia richiedono particolari condizioni (ad es. trasporto verso isola ecologica, scarico fumi, scarico acque reflue).

Al foglio del processo operativo corrisponderà un *diagramma del processo operativo*.



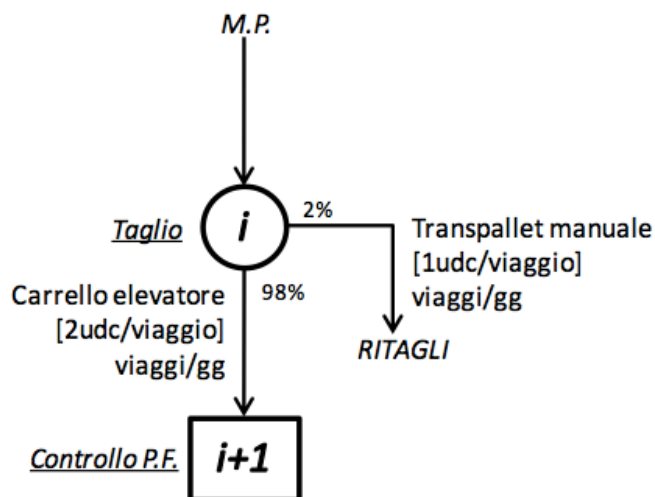


Figura 5 - Diagramma del processo operativo (esempio)

### DIAGRAMMA DEI MACROPROCESSI

Rappresenta i macro-reparti ed i flussi tra essi all'interno dell'organizzazione logistica aziendale. Può anche essere definito come l'insieme degli *operation process chart dei singoli prodotti*. Tale documento è utile per far capire ai nuovi entranti in un organizzazione (in particolar modo all'interno della funzione produttiva):

- *come avvengono i flussi logistici;*
- *quali sono le relazioni tra i prodotti aziendali;*
- *qual è il percorso dei semilavorati;*
- *come avviene il recupero degli scarti.*

### FOGLIO ORIGINE DESTINAZIONE (FROM TO CHART)

Quando il numero dei prodotti e dei materiali diventa molto elevato si utilizza la From-To Chart: è una tabella che evidenzia gli spostamenti dei materiali attraverso i reparti aziendali. Esistono più tipi di from-to chart che servono alla pratica:

- *FROM TO CHART DEI VIAGGI (nij)*: ogni casella evidenzia il numero di viaggi che si compiono nell'unità di tempo dal reparto elencato sull'asse verticale al reparto elencato sull'asse orizzontale;
- *FROM TO CHART DELLE DISTANZE (dij)*: evidenzia le distanze di un singolo viaggio tra i reparti (stessa logica asse verticale – orizzontale esplicitata in precedenza);
- *FROM TO CHART DEI COSTI UNITARI (cij)*: evidenzia il costo al metro per effettuare i percorsi tra i reparti: questi costi sono strettamente correlati ai mezzi di trasporto utilizzati: (trasporto manuale, carrello elevatore, navetta, trasloelevatore...);
- *FROM TO CHART DEI COSTI TOTALI*: evidenzia il costo totale di trasporto della merce necessario per produrre. In ogni casella è disponibile il costo totale di trasporto da un reparto verso l'altro. Se fra due reparti di lavorazione esiste un'elevata intensità di traffico questi due reparti dovranno essere ricollocati il più vicino possibile.

Ogni prodotto genera un certo numero di flussi tra i reparti. Le matrici che rappresentano la totalità dei flussi e dei costi si ottengono nella seguente modalità (procedura operativa):

- a) Suddividere i prodotti aziendali in famiglie che rappresentino l'intera gamma di prodotti
- b) Eleggere un prodotto rappresentativo per quantità o importanza per ogni famiglia individuata
- c) Stimare quantità fabbricate in un dato intervallo temporale del prodotto rappresentativo e della corrispondente famiglia rappresentata (scegliere come intervallo preferibilmente 1 anno o multipli)
- d) Calcolare il rapporto tra la quantità di prodotto e la q.tà della famiglia
- e) Sviluppare le from to chart generate dal prodotto
- f) Moltiplicare i flussi del prodotto per 1/rapporto calcolato al passo d) per ottenere i flussi generati dalla famiglia

- g) Ottenere il costo di trasporto generato dalla famiglia, dal prodotto delle matrici dei flussi, delle distanze e dei costi unitari
- h) Sommare le from-to-chart dei costi totali delle famiglie per trovare il COSTO TOTALE DI TRASPORTO DELLA MERCE:

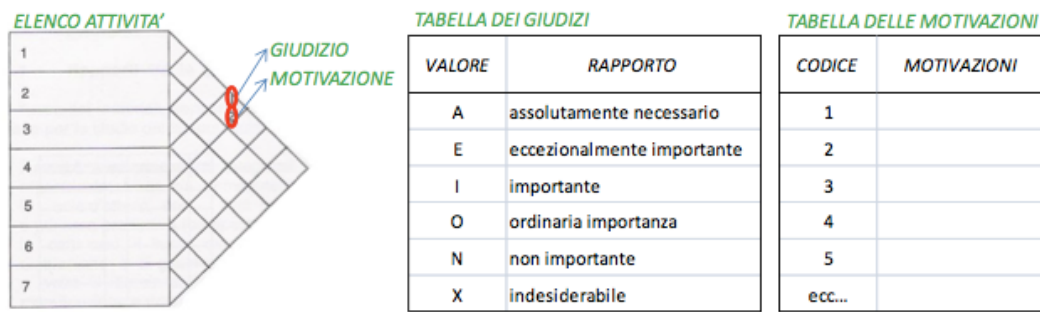
$$C_{tot} = \sum_{ij} c_{ij} \cdot n_{ij} \cdot d_{ij} \quad [\text{€ / anno}]$$

### 1.3. STUDIO DELLE ATTIVITA' DI SERVIZIO

Il flusso dei materiali non può essere assunto come unico elemento base per lo studio del layout. Infatti:

- Vi sono dei servizi ausiliari che vanno integrati ai reparti di produzione, quali ad esempio il servizio manutenzione, l'ufficio produzione, i laboratori di analisi, gli spogliatoi, le aree ristoro ecc.;
- In alcuni casi il flusso dei materiali è poco importante o inesistente (ad es. in industrie elettroniche o di gioielleria), quindi per lo studio del layout bisognerà tener conto del flusso dei documenti o delle persone;
- Vi possono essere reparti speciali del processo produttivo che vanno tenuti isolati da determinate aree per ragioni di pericolosità, rumorosità, rischio di contaminazione.

L'esigenza di avere un metodo sistematico per collegare le attività dei servizi tra loro e per integrarle col flusso dei materiali ha portato alla TABELLA DELLE RELAZIONI.



**Figura 6 - Tabella delle relazioni**

La Tabella delle Relazioni può essere paragonata a una from-to-chart che sia stata piegata lungo la diagonale in modo che si sovrappongano le caselle “da-a” e “a-da”; essa mostra i rapporti totali in entrambe le direzioni con una *valutazione qualitativa*, in modo da poter sintetizzare una grande quantità di informazioni in un solo foglio, senza che sia necessario scrivere note ovunque. Alcune ragioni che sostengono un giudizio di interrelazione o di vicinanza possono essere:

- necessità di contatti personali;
- uso degli stessi dispositivi, o mezzi, o personale;
- supervisione e controllo;
- rumore, polvere, sporcizia, pericolo, fumo;
- esecuzione di lavori simili;
- flusso dei materiali;

#### **1.4. DIAGRAMMA DEL FLUSSO E/O RAPPORTI FRA LE ATTIVITA' <sup>(3)</sup>**

Nello studio del layout si possono presentare 3 casi:

- a) è sufficiente usare il foglio del flusso dei materiali
- b) è sufficiente usare la tabella dei rapporti fra le attività

- c) è conveniente ed utile combinare assieme sia il foglio del flusso dei materiali, sia la tabella dei rapporti fra le attività (quando sia le attività operative sia quelle di servizio non sono trascurabili).

#### ***1.4.1. Tabella dei rapporti combinata***

Per incorporare nella tabella dei rapporti anche le attività produttive, bisogna convertire i dati sulla intensità del flusso dei materiali nel codice di giudizio letterale (A, E, I, O, N, X). La parola *attività* va intesa in senso lato: tutti gli elementi che andranno a riempire il layout possono richiedere di essere elencati come attività (ad es. reparti, operazioni, centri di lavoro, aree, fonti di energia e di mezzi, etc...).

#### ***1.4.2. Diagramma dei rapporti fra le attività***

Ciascuno dei 3 casi citati sopra permette di tracciare rispettivamente:

- a) *diagramma del flusso dei materiali*
- b) *diagramma dei rapporti fra le attività di servizio*
- c) *diagramma combinato dei rapporti fra tutte le attività produttive e di servizio*

I suddetti diagrammi sono una visualizzazione delle informazioni raccolte nei fogli operativi e nelle tabelle dei rapporti. Per la costruzione di questi diagrammi si procede nei rispettivi modi:

- a) si inseriscono le 2 attività interessate da una maggiore intensità di flusso e via via entrano le altre attività con intensità di flusso decrescente;
- b) si inseriscono le attività che hanno i rapporti più importanti (secondo il codice letterale) e successivamente entrano le attività “minori”;
- c) si procede come nel caso b).

Di solito le attività interessate da maggiori intensità di flusso e da maggiore importanza si trovano in posizione centrale. Viceversa i reparti con intensità di flusso non significative sono collocati geograficamente alla periferia. Per giungere a una

buona configurazione del diagramma si passa attraverso successivi diagrammi provvisori e relative risistemazioni delle attività; alla fine deve risultare un diagramma con linee di collegamento via via più lunghe passando dai rapporti di tipo A ai rapporti di tipo X (vedi figura 7).

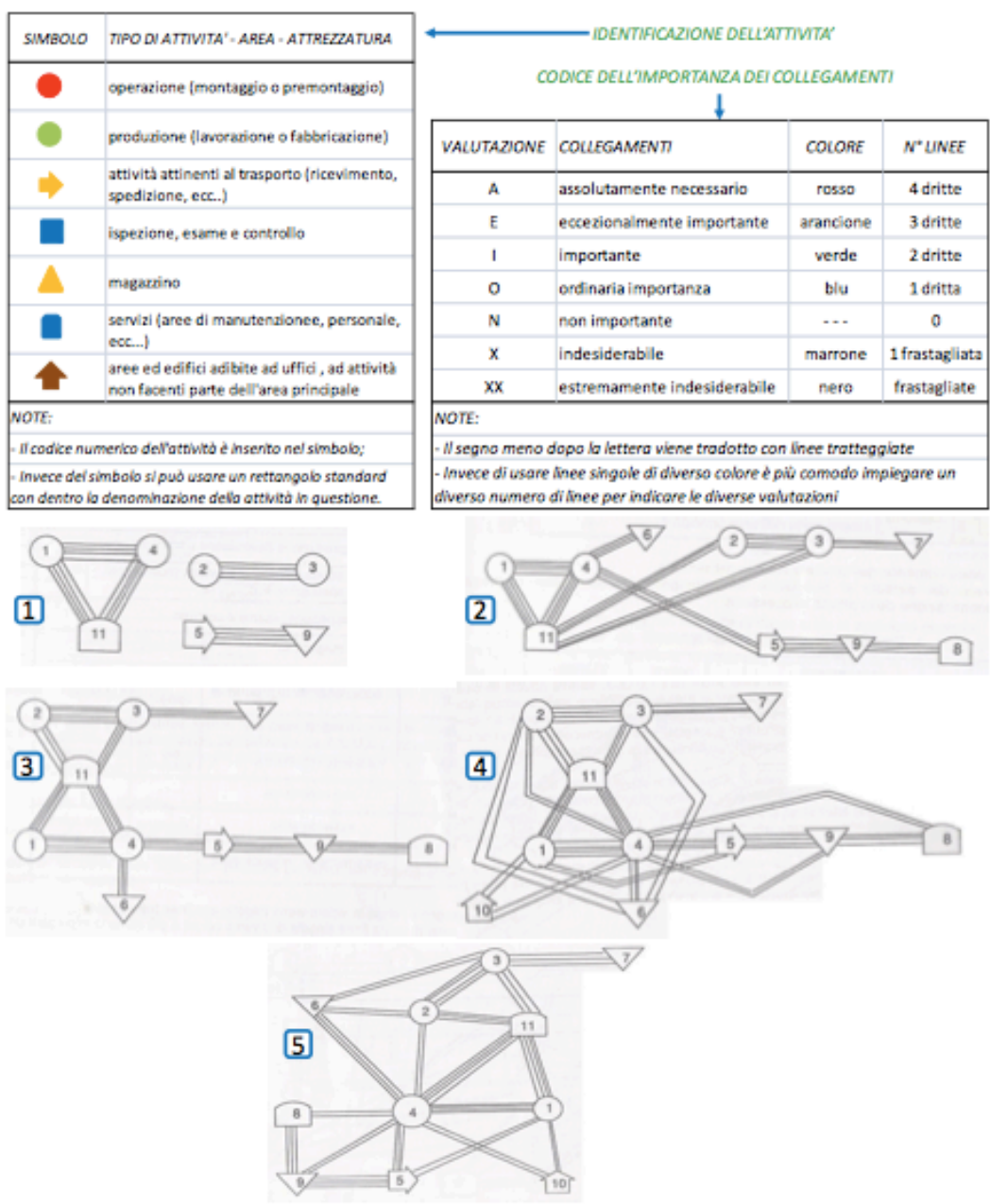
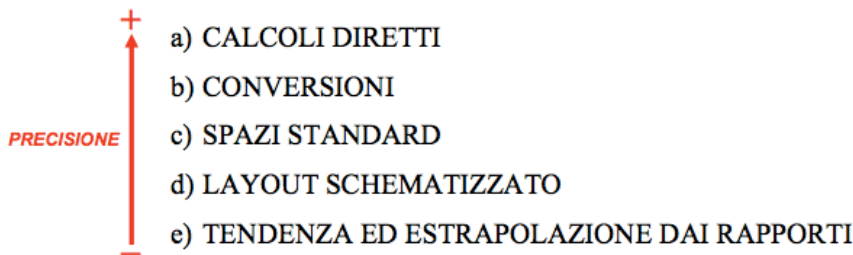


Figura 7 – Composizione di un diagramma dei rapporti (esempio tratto da (3))

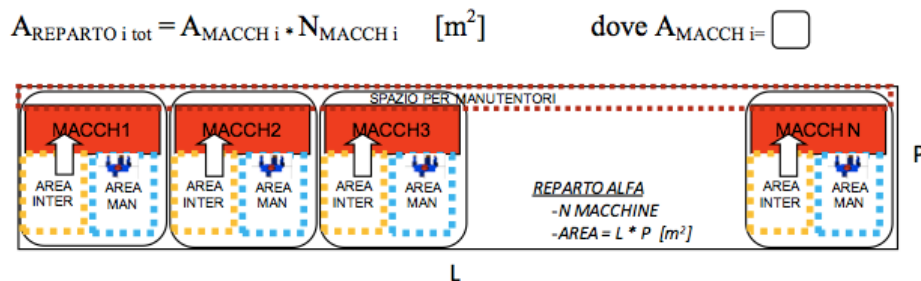
## 1.5. DETERMINAZIONE DELLO SPAZIO RICHIESTO E CONFRONTO CON LO SPAZIO DISPONIBILE

E' importante procedere alla determinazione dettagliata dello spazio da assegnare ad ogni attività di produzione o di servizio, dopo averne fissata la relativa disposizione topografica nel diagramma dei rapporti. Esistono diversi metodi per la determinazione dello spazio richiesto, alcuni più accurati, altri meno: si sceglierà il più opportuno in funzione dell'investimento richiesto, del tempo a disposizione, della base dati disponibile, e del grado di precisione che si vuole ottenere. I metodi sono:



### 1.5.1. Metodo dei calcoli diretti

Si tratta di determinare: il numero di macchine od attrezzature necessarie per assicurare la produzione richiesta, l'area occupata fisicamente da ciascuna macchina od attrezzatura, il numero di operatori addetti a ciascuna macchina e l'area richiesta per il lavoro di ciascun operatore addetto, l'area richiesta per gli interventi di manutenzione e per il deposito interoperazionale dei materiali in lavorazione su ciascuna macchina.



Nessun metodo standard è stato sviluppato per il calcolo delle aree di immagazzinamento o di servizio a causa dell'ampia varietà delle relative attività che

si possono svolgere. Nei capitoli seguenti si vedrà come si è proceduto nel caso pratico.

### ***1.5.2. Metodo delle conversioni***

E' possibile utilizzare questo metodo quando si deve attuare una modifica a un layout esistente, mentre non è possibile utilizzarlo per la progettazione di un primo layout di un nuovo stabilimento. Tale approccio consiste essenzialmente nel convertire le esigenze di spazio della situazione in atto nelle esigenze di spazio prevedibili per il futuro. Tale conversione tiene conto dei piani di espansione o contrazione.

### ***1.5.3. Metodo degli spazi standard***

Esistono spazi standard prestabiliti dalla pratica industriale. A tali standard ne possono essere aggiunti altri fissati sulla base di applicazioni passate che hanno avuto esito positivo. E' importante saper analizzare e comprendere appieno le ipotesi e le assunzioni che stanno alla base di queste definizioni. L'area totale così determinata (somma delle aree minime richieste dalle macchine) viene moltiplicata per un fattore correttivo, che tiene conto dello spazio per le vie di accesso e le aree di servizio tra i reparti.

*NB:* è bene usare gli spazi standard prestabiliti da altri soltanto come punto di partenza da cui sviluppare i propri valori.

### ***1.5.4. Metodo del layout schematico***

Quando non si vuole ricorrere a calcoli o conversioni, e non sono disponibili gli standard, se si possiede una pianta in scala dell'Area Disponibile e, specialmente, se sono disponibili nel disegno sagome o modelli delle attrezzature che interessano, può essere utile abbozzare un layout schematico dettagliato di ciascuna area in esame per valutare lo spazio richiesto da ogni attività del diagramma dei rapporti.



### ***1.5.5. Metodo della tendenza ed estrapolazione dei rapporti indicativi degli spazi***

Stabilisce un rapporto in metri quadrati rispetto a qualche altro fattore (m<sup>2</sup>/persona, m<sup>2</sup>/ore lavorative annue, m<sup>2</sup>/unità prodotta, etc...). Si stabiliscono i valori di tali rapporti o “cifre indice” per ciascun periodo del tempo passato, quindi se ne individua la tendenza, si estrapola per il futuro, e si determina il valore più probabile che tali rapporti assumeranno.

### ***1.5.6. Spazio disponibile***

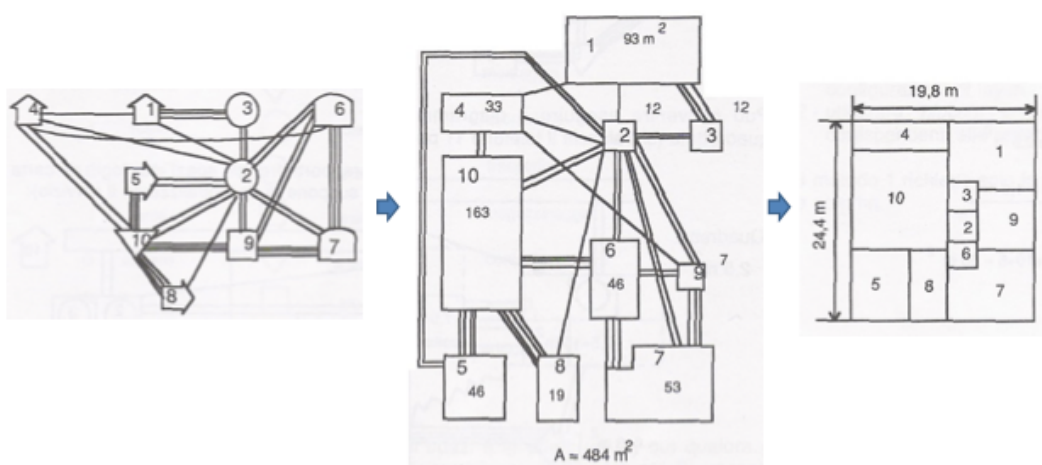
Qualunque sia stato il metodo seguito si è ottenuta un' *Area Totale Necessaria* dello stabilimento che andrà confrontata con l' *Area Disponibile*. Se lo spazio disponibile è almeno pari a quello richiesto si procede senza problemi col diagramma dei rapporti fra gli spazi. Viceversa, bisogna ridurre lo spazio richiesto fino a renderlo congruente con quello disponibile, agendo laddove si reca il minimo danno alle attività coinvolte. L'alternativa è procurarsi lo spazio “equivalente” nei seguenti modi:

- Aumentare le ore di lavoro (es. terzo turno) ;
- Migliorare i metodi, i procedimenti, le attrezzature;
- Semplificare la linea di produzione;
- Modificare la politica delle scorte;
- Svilupparsi verso l'alto con trasporti meccanici, accatastamenti, balconate di servizio e immagazzinamento;
- Comprare anziché fabbricare oggetti “non core”, dando in appalto certi prodotti o componenti;
- Ricerca di edifici disponibili.

## 1.6. DETERMINAZIONE DEL DIAGRAMMA DEI RAPPORTI TRA GLI SPAZI

Per determinare il DIAGRAMMA DEI RAPPORTI TRA GLI SPAZI, si andrà a sostituire ogni simbolo presente nel *diagramma dei rapporti fra le attività* con un rettangolo di dimensione proporzionale all'area in gioco secondo una scala prefissata.

Il passo successivo è quello di rendere contigue queste aree in modo da ottenere il primo possibile layout.



**Figura 8 - Dal diagramma dei rapporti fra le attività a una prima configurazione di layout**  
(esempio tratto da (3))

Prima di procedere con lo *sviluppo delle alternative di layout* bisogna provvedere al riordinamento del diagramma dei rapporti fra gli spazi e del primo layout per tenere conto, se esistono, di:

- a) Considerazioni di modifica dovute a caratteristiche o esigenze particolari relative a:
  - Sistema dei trasporti;
  - Sistema di controllo;
  - Mezzi di immagazzinaggio;
  - Personale

- b) Limitazioni pratiche, imposte dall'ubicazione dell'impianto, dalle caratteristiche del terreno o del fabbricato esistente.

## 1.7. PROGRAMMI DI CALCOLO PER LA PIANIFICAZIONE AUTOMATICA DEL LAYOUT DEI SISTEMI PRODUTTIVI<sup>(4)</sup>

Sono stati sviluppati software di calcolo per aiutare il progettista del layout nelle due fasi seguenti:

1. Generazione di diverse configurazioni alternative a partire da una combinazione iniziale o dal diagramma dei rapporti fra gli spazi;
2. Selezione del layout ottimale, prefissati gli obiettivi da ottenere.

### 1.7.1. Principali modellizzazioni del problema

- QAP – QUADRATIC ASSIGNMENT PROBLEM di Koopman e Beckman. E' basata sulla determinazione del valore massimo della funzione che esprime il margine fra i ricavi e i costi di trasporto del materiale:

$$\Phi = \sum_{i=1} \sum_{j=1} a_{ij} - \sum_{i=1} \sum_{j=1} \sum_{k=1} \sum_{l=1} f_{ik} c_{jl} x_{ij} x_{kl}$$

dove:

$n$  = numero impianti (locazioni)

$a_{ij}$  = fatturato dell'impianto  $i$  nella locazione  $j$

$f_{ik}$  = flusso materiale dall'impianto  $i$  a quello  $k$

$c_{jl}$  = costo di trasporto unitario fra locazione  $j$  e  $l$

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{j=1} x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1} x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ x_{ij} \in \{0, 1\} \quad j = 1, 2, \dots, n \end{array} \right\} \text{vincoli}$$

- QSP - QUADRATIC SET COVERING PROBLEM di Bazaraa. Divide l'area disponibile in blocchi i quali possono essere assegnati alle differenti facilities. Opportune equazioni di vincolo assicurano che ogni blocco sia occupato al più da un'attività.
- LIP – LINEAR INTEGER PROGRAMMING FORMULATION. Si ottiene dalla formulazione QAP sostituendo il prodotto  $x_{ij} \cdot x_{kl}$  con una variabile binaria  $y_{ijkl}$ . Il risultato è la generazione di un problema di programmazione lineare.
- NON LINEAR MODELS. Si applica il concetto dell'analisi del flusso tra le attività, privilegiando la distanza rispetto al flusso introducendo un opportuno esponente (di solito 2):

$$\Phi = \sum w_{ij} d_{ij}^2$$

$w_{ij}$  = flussi  $i-j$   
 $d_{ij}$  = distanza  $i-j$

- GRAPHICAL FORMULATION. Il principio di base è quello della *desiderabilità* che 2 attività risultino adiacenti. Supponendo che tale giudizio sia noto, esso viene impiegato come peso per la generazione di un grafo che massimizzi tali adiacenze.

### 1.7.2. Algoritmi risolutivi

- OTTIMI: ricercano la soluzione matematica ottimale attraverso metodi di elevata complicazione che li rendono utilizzabili quando il problema è limitato a non più di 10-15 facilities<sup>3</sup>. Richiedono risorse e tempi computazionali molto elevati.
- COSTRUTTIVI: costruiscono una soluzione del layout ex novo basandosi sull'espressione della desiderabilità di adiacenza fra le attività; consistono

---

<sup>3</sup> facilities = punti di interesse

nella successiva selezione e posizionamento delle attività o reparti fino a che si raggiunge un progetto di layout possibile (es. *ALDEP*, *CORELAP*).

- MIGLIORATIVI: partono da un layout iniziale completo e scambiano ripetutamente le attività (o reparti) in modo da migliorare il progetto del layout (es. *CRAFT*).
- MULTICRITERIO (es. *MFLAP*, *MOCRAFT*): cercano di soddisfare l'esigenza di tenere simultaneamente in considerazione più aspetti che incidono sul plant layout. Generalmente gli algoritmi lavorano per l'ottimizzazione di una funzione semplice, tipicamente il flusso di materiale piuttosto che i giudizi di vicinanza, il livello di sicurezza o l'ottimizzazione degli spazi. In questo caso vengono introdotte funzioni obiettivo che, "pesando" opportunamente i differenti aspetti, danno un giudizio complessivo di *efficienza* della configurazione:

$$\Phi = \sum_j \sum c_i z_i d_{ij} rel_{ij} \quad \text{dove} \begin{cases} c_i = \text{costo specifico} \\ d_{ij} = \text{distanza } i - j \\ z_i = \text{n}^\circ \text{ viaggi} \\ rel_{ij} = \text{giudizio di vicinanza} \end{cases}$$

### 1.7.3. *Approccio integrato "LRP" – Logistic and Re-layout Program*

Tale piattaforma software è stata sviluppata da "D.I.E.M." (Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia – Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna) per essere un supporto rapido ed efficace, utilizzabile sui comuni personal computer per la progettazione del layout in piccole o medie aziende. Alcune delle sue principali caratteristiche sono:

- MULTIPURPOSE: si propone di superare il limite di un'analisi concentrata solamente su uno dei principali aspetti che intervengono nel plant layout;

- ARCHITETTURA MODULARE: consente una continua implementazione di nuove sezioni, e lo sviluppo disgiunto di esse;
- FLESSIBILITA'": conduce un'analisi sia sul flusso dei materiali che sull'importanza dell'adiacenza fra le attività; permette la selezione della tipologia di distanza da impiegare (euclidea, rettangolare, preferenziale/attuale) e la scala della corrispondenza fra giudizio di vicinanza e punteggio.
- INTERAGIRE con i principali PACCHETTI SOFTWARE disponibili sul mercato (Ms Excel, Ms Access, Ms Visio, AutoCAD)

## 1.8. SCELTA DEL LAYOUT OTTIMALE

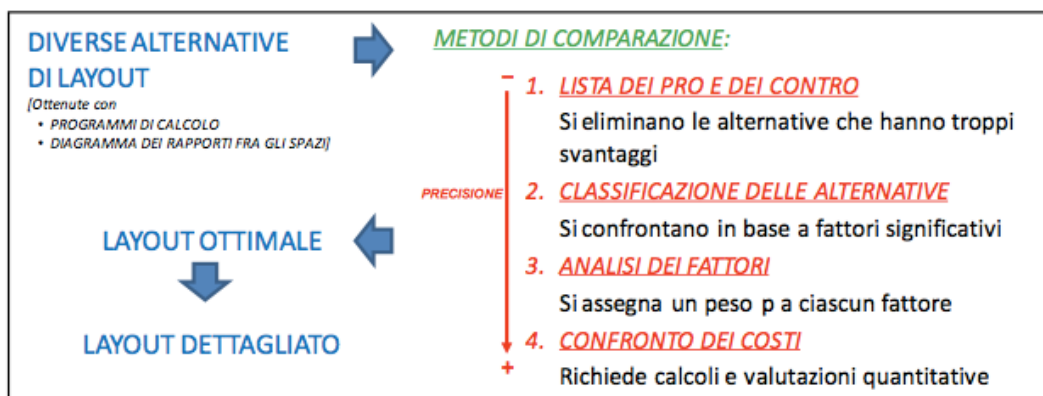


Figura 9 - Scelta del layout ottimale

Nello schema sopra riportato sono rappresentati:

- I metodi di comparazione per scegliere il *migliore* layout tra le alternative ottenute;
- Il passaggio da *layout ottimale* a quello *di dettaglio*. Tale studio comprende gli stessi passi visti per la progettazione del layout generale: tuttavia i “focus” di questa fase non sono più i reparti, bensì i centri di lavoro o di servizio presenti all’interno della medesima area o reparto.

### ***1.8.1. Fattori considerati (nei metodi 1, 2, 3)***

*... FACILITA' DI FUTURE ESPANSIONI, ADATTABILITA', FLESSIBILITA', EFFICIENZA DEL FLUSSO DEI MATERIALI, EFFICIENZA DEGLI SPOSTAMENTI DI DOCUMENTI O PERSONALE, EFFICIENZA DEL MAGAZZINAGGIO, UTILIZZAZIONE DELLO SPAZIO, INTEGRAZIONE DEI SERVIZI, SICUREZZA E BUON ANDAMENTO, FACILITA' DI SUPERVISIONE E CONTROLLO, ESIGENZE DEL PERSONALE, UTILIZZAZIONE DELLE ATTREZZATURE, INVESTIMENTI O CAPITALI RICHIESTI, RISPARMI AMMORTAMENTI, PERIODI DI RECUPERO, REDDITIVITA'...*

NB:

- Occorre una definizione chiara dei fattori da considerare;
- E'' bene coinvolgere nella formulazione dei giudizi le persone interessate.

### ***1.8.2. Confronto dei costi (metodo 4)***

E' il metodo che ha la maggiore consistenza, ma è anche il più oneroso, perché richiede calcoli e valutazioni quantitative. Infatti prevede la valutazione dei costi totali (di investimento e di esercizio) per ciascuna alternativa di layout. Se le differenze di costo sono trascurabili e se il tempo a disposizione per il progetto è scarso, questo metodo non è praticabile.

## **1.9. PROGETTO ESECUTIVO <sup>(3)</sup>**

Il *progetto esecutivo* contiene tutte le specifiche per la costruzione e l'installazione del nuovo impianto produttivo. Per la sua formalizzazione è necessaria l'opera coordinata di progettisti delle opere civili e progettisti degli impianti (impiantisti dei servizi e dell'impianto tecnologico principale). Devono convivere esigenze estetiche dei fabbricati insieme a razionalità ed economicità dei processi produttivi e dei servizi.



**Figura 10 – Progetto esecutivo**

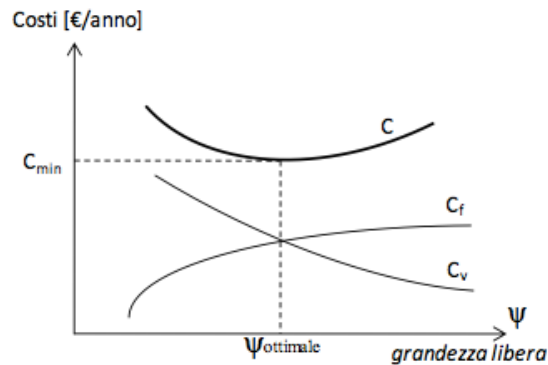
I gradi di libertà del problema vengono solo in parte saturati da vincoli esterni; il bravo impiantista deve saper applicare alle grandezze libere criteri economici di *minimo costo totale di produzione*  $C(q)$ .

$$C(q) = C_f + C_v = C_f + a \cdot q$$

dove:

$C_f$  = costi fissi (*ammortamento, manutenzione, personale, ecc...*)

$C_v$  = costi variabili (*energia, materie prime, trasporti, costo dell'inefficienza*)



## 1.10. REALIZZAZIONE DEL PROGETTO

E' necessario programmare le varie fasi operative di realizzazione di un impianto, affinché avvengano in logica successione e in rapida esecuzione. L'entrata in funzione dell'impianto, dopo la decisione di realizzarlo, deve essere la più ravvicinata possibile perché nel contempo maturano gli interessi per gli esborsi effettuati. A disposizione del pianificatore dei lavori si hanno i seguenti metodi:



- **DIAGRAMMA DI GANTT:** visualizza l'ordine temporale delle varie fasi, e per questo è molto intuitivo; tuttavia in caso di variazioni di programma (ad esempio per l'inaspettato perdurare di una fase) bisogna riprogrammare il diagramma.
- **PERT DETERMINISTICO:** consente di individuare il percorso critico di un progetto, ovvero le attività sulle quali converrà concentrare le risorse.
- **PERT STATISTICO:** consente di stimare la probabilità di completamento del progetto entro la durata del percorso critico.



## **CAPITOLO 2 - STRUMENTI INFORMATICI A SUPPORTO DEL PROGETTISTA**

Il project work in oggetto ha reso necessario lo svolgimento delle seguenti attività a carattere “operativo”:

- interviste al personale aziendale;
- rilevazione dati direttamente sul campo (conteggi, rilevazione tempi e metodi, verifiche);
- rilevazioni dati mediante sistemi informativi (sistema gestionale OASI, piccoli report specialistici in formato elettronico);
- coinvolgimento di tutti gli operatori aziendali interessati al miglioramento dell’ “*as is*” e aggregazione delle informazioni;
- redazione di cicli e tabelle atte a ricostruire i flussi logistici;
- redazione di matrici per il calcolo dei costi;
- sviluppo e *design* delle alternative di layout.

Le tecnologie informatiche ad oggi permettono una riduzione dei tempi di lavoro rispetto alle modalità *manuali e* garantiscono risultati più soddisfacenti in termini di affidabilità. In questo capitolo si vedranno le funzionalità dei software utilizzati per lo studio del re-layout.

### **2.1. OASI**

E’ il sistema gestionale utilizzato da MEC3. E’ una soluzione ERP/SCM modulare progettata e sviluppata da Logical System, azienda che opera da oltre 20 anni nel settore della gestione informatica per le piccole e medie imprese. OASI permette di gestire il patrimonio informativo dell’intera azienda (*acquisti, vendite, magazzino, spedizioni, fatturazione, contabilità generale e finanziaria, controllo di gestione, qualità*) e permette di ridurre i costi di gestione.<sup>(5)</sup>

The image shows two overlapping software windows from a financial management system. The left window, titled 'Estratto Conto Articolo - QAS V. 2.9.96', displays a summary table for article 3201220. The right window, titled 'Analisi Famiglie e Articoli - QAS V. 2.9.96', shows a detailed transaction list for the same article, including document numbers, dates, quantities, and descriptions of various items and movements.

Grazie ad esso è stato possibile risalire ai molteplici dati aziendali di cui il progettista del layout ha bisogno, ad esempio:

- *Classificazione dei prodotti nelle rispettive famiglie;*
- *Quantità prodotte;*
- *Quantità vendute (e relativi packaging);*
- *Cicli di produzione;*
- *Distinte base;*

Le sezioni visitate sono state:

- *Gestione Magazzino > Movimenti di Magazzino (Codice, Dal - al)*
- *Gestione Spedizioni > Interrogazioni su Spedizioni (Codice, Dal - al)*
- *Gestione Vendite > Interrogazioni su O.V. (Dal - al)*
- *Gestione Produzione > Interrogazioni su O.P. (Dal - al)*

Ogni menù è dotato di appositi filtri (a tendina o di inserimento) che consentono la ricerca automatica in base ai campi:

- Data
- Item
- Famiglia
- Altri campi (es. packaging, cliente, altre date...)

Inoltre dopo ogni ricerca è possibile effettuare:

- Analisi complessive (es. somma dei campi quantità prodotte delle istanze selezionate);
- Esportazione dei dati in altri formati (es. xls, pdf) per permettere al progettista di proseguire ed affinare l'indagine-obiettivo.

## 2.2. MICROSOFT OFFICE 2010

Microsoft Office è il leader dei pacchetti software casa-ufficio (*suite*). Saper usare in maniera corretta questo package è certamente uno dei requisiti maggiormente richiesti in molti settori lavorativi. Comprende i seguenti programmi:

- *Word*: (elaborazione testi);
- *Excel*: (foglio di calcolo);
- *PowerPoint*: (presentazioni);
- *Access*: (database);
- *Outlook*: (gestione della posta elettronica);
- *Visio*: (grafici);

Excel rende possibile di svolgere l'analisi dei costi grazie all'integrazione delle diverse matrici from-to. Sarebbe ben più complesso svolgere il calcolo manualmente. Tuttavia al progettista è richiesta comunque attenzione e senso critico nei confronti dei risultati ottenuti. Quando si ha a che fare con matrici di entità di grandi dimensioni, la probabilità di incorrere in errori è decisamente alta. Grazie a PowerPoint è possibile la redazione di presentazioni, con le quali comunicare informazioni importanti. L'inserimento di grafici, tabelle, diagrammi in queste rappresentazioni migliora l'efficacia del linguaggio. Outlook permette l'interscambio di posta elettronica tra due o più interlocutori. E' uno strumento molto utile per condividere informazioni file e dati di una certa rilevanza quando i componenti del team di lavoro si trovano a distanza (ma anche tra utenti del medesimo ufficio).

## 2.3. AUTOCAD 2011

AutoCAD è il primo software CAD (computer aided design) sviluppato per PC introdotto nel 1982 dalla Autodesk. E' utilizzato principalmente in ambito ingegneristico, architettonico, meccanico, etc. Il documento prodotto è di tipo vettoriale, ovvero le entità grafiche sono definite come oggetti matematico/geometrici: questo permette di scalarle ed ingrandirle.<sup>(6)</sup>

I documenti prodotti con AutoCAD vengono salvati in modo nativo nel formato DWG (*drawing*); possono però essere esportati in formati diversi quali DWF (*drawing web format*), DXF (*drawing exchange format*), WMF (*windows metafile*, usato in particolare per esportare la piantina cad sulla piattaforma LRP) e, attraverso una stampa virtuale, il PLT (linguaggio interno dei plotter).<sup>(6)</sup> Autodesk rilascia le nuove versioni di Autocad con scadenza annuale, ed il formato DWG viene rinnovato mediamente ogni 3 versioni, rendendolo incompatibile verso l'alto, ma non verso il basso: le versioni più recenti possono aprire i vecchi file, ma non viceversa.

Per lo sviluppo del re-layout si sono utilizzate le versioni 2007, 2011, 2011 for Mac e la versione didattica offerta gratuitamente da Autodesk a studenti e docenti universitari.<sup>(6)</sup>

Il programma viene visualizzato in una finestra con le *barre degli strumenti* ai lati; queste ultime offrono scorciatoie per l'esecuzione di comandi, che altrimenti possono essere digitati nello *spazio testuale* (posto normalmente sotto la finestra in cui si disegna). In basso una serie di icone permette differenti modalità di disegno (ad esempio modalità ORTOGONALE, PUNTO-PUNTO etc...). Il progettista del layout utilizza AutoCAD per visualizzare parti del disegno in pianta, per verificare la bontà della pianta, e per ottenere nuove disposizioni di layout modificando l'as-is. Alcuni degli strumenti più utilizzati sono stati:

- *Selezione di oggetti*: tale azione viene svolta con l'ausilio del mouse; di volta in volta il designer può scegliere due diverse modalità di selezione dei tratti:
  - *da sinistra vs destra*: permette la selezione di oggetti che ricadano per intero entro l'area di selezione;

- *da destra vs sinistra*: permette la selezione di oggetti che siano toccati dall'area di selezione.
- *Distanza*: per misurare distanze tra diversi punti; *Area*: per misurare aree; *Copia/Incolla*: ha permesso di trasferire blocchi di disegno presenti nel layout as-is nelle nuove alternative di layout; *Linea/Polilinea/Rettangolo*.

## 2.4. LRP 2.00

In questo paragrafo si vuole analizzare il funzionamento della piattaforma LRP di cui in Figura 13 si riporta la sua rappresentazione secondo uno schema a blocchi. Il programma ha bisogno di un certo numero di dati in ingresso, tra i quali la pianta CAD esistente in formato .WMF, l'anagrafica dei reparti e dei control point, i dati dei flussi tra i diversi control point e i giudizi di relazione tra i diversi reparti. Il progettista può scegliere il tipo di distanze (euclidee, rettangolari, actual) e la scala dei giudizi per effettuare l'analisi.

L'esperienza ha mostrato come la velocità e la bontà della soluzione siano strettamente legate alla scelta della sequenza con cui il sistema introduce i reparti/attività sulla pianta. In letteratura, oltre alla classica introduzione manuale, sono presentati differenti algoritmi di introduzione, ognuno dei quali è adatto a una differente situazione:

- METODO DEL RAPPORTO PESATO. Dovuto a Bandelloni, Pareschi e Tucci <sup>(7)</sup>. In base a questo criterio, viene definito il seguente rapporto:

$$\Phi = \frac{\sum_j F_{ij}}{\sum_k F_{ik}} \quad \text{dove} \begin{cases} F_{ij} = \text{flusso/legame di vicinanza del reparto } i\text{-esimo con} \\ \quad \text{i reparti } j\text{-esimi ancora da collocare} \\ F_{ik} = \text{flusso/legame di vicinanza del reparto } i\text{-esimo con i} \\ \quad \text{reparti } k\text{-esimi già collocati} \end{cases}$$

Nel layout viene inserito per primo il reparto che presenta il valore minimo del parametro  $\Phi_i$ . Questo metodo trova un'applicazione soddisfacente nella fattispecie ove il quadro dei flussi fra i reparti sia bilanciato ed omogeneo.

- METODO DEL VALORE MASSIMO TOTALE. Come reparto iniziale viene introdotto quello che presenta la massima somma del valore dei flussi/rapporti di vicinanza con gli altri. Successivamente ad ogni passo viene collocato il reparto con il valore più elevato di  $\Omega_i$ .

$$\Omega_i = \sum_t F_{it} \quad \text{dove} \quad F_{it} = \text{flusso/legame di vicinanza del reparto } i\text{-esimo}$$

con i reparti t-esimi già collocati

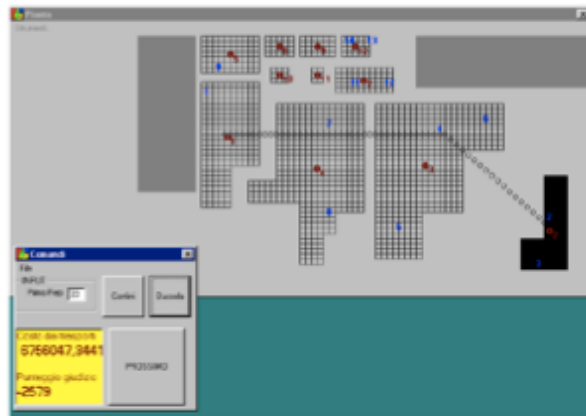
Questo criterio è adatto in situazioni ove il quadro dei flussi è scarsamente bilanciato. Esso tende a preferire i reparti che *complessivamente* hanno un legame forte con quelli già introdotti. Questa metodologia ha mostrato un buon adattamento a realtà manifatturiere con forti confluenze di materiali verso il montaggio o la confezione.

- METODO DEL VALORE MASSIMO PUNTUALE. In analogia al precedente assegna per primo il reparto col valore più alto del flusso con ciascuno degli altri. Proseguendo la metodologia ricorsiva prevede la selezione del reparto, non ancora inserito, con il flusso più elevato rintracciabile nei legami con i reparti già allocati. Cioè viene scelto quel reparto che presenta il valore più elevato del flusso con un suo omologo (non necessariamente si tratta di quello che presenta la massima somma dei flussi con i reparti già posizionati). Se il metodo precedente eseguiva valutazioni complessive, questo è a carattere puntuale. Esso tende a preferire l'aggregazione di macchine che hanno un forte legame reciproco. Può quindi essere valido nel caso in cui si stia valutando la possibilità di istituire delle isole di lavorazione.

Una volta determinato il reparto da introdurre, si tratta di stabilire la sua *collocazione fisica* rispetto a quelli già presenti. Anche in questo caso sono implementabili differenti procedure (in figura 15), tuttavia è assolutamente necessario mantenere la possibilità di intervento da parte dell'operatore. LRP procede alla valutazione della miglior posizione sulla pianta alla luce della



funzione obiettivo impostata, senza tenere in considerazioni eventuali sovrapposizioni. Attraverso uno strumento denominato “bussola” fornisce l’indicazione della direzione che permette lo scostamento minore dal valor minimo della funzione obiettivo (magari non permesso da questioni di overlapping con altri reparti oppure da aree comunque non disponibili).



**Figura 11 – Funzionamento della “bussola”**

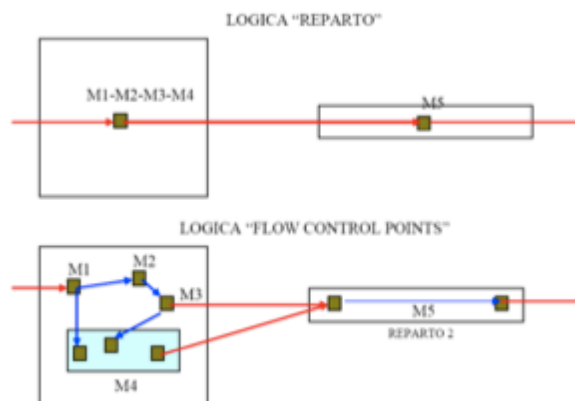
(esempio tratto da (4))

LRP garantisce 2 livelli di dettaglio sui quali condurre l’analisi: lo scenario “reparti” e lo scenario “control points” dei flussi. L’utente può definire dei reparti all’interno dei quali vi sono dei punti noti di scambio di materiale con l’esterno. Tali punti possono per esempio rappresentare delle singole macchine all’interno dei reparti o ancora più specificamente più punti di scambio di materiale da parte di una singola macchina. Dopo aver condotto una prima analisi del plant layout in logica reparti, cioè considerando il flusso corrispondente a tutti i control points<sup>4</sup> presenti concentrati nel baricentro, tipica della maggioranza dei prodotti software esistenti, si procede ad una ottimizzazione del layout all’interno di ciascuna area di reparto. Questo modo di procedere permette una rapida fase di individuazione di massima dell’architettura della pianta, evitando un elevato quanto inutile sforzo computazionale, per poi procedere ad un successivo affinamento all’interno

---

<sup>4</sup> control points = punti di controllo, punti di interesse, punti di scambio materiale

delle singole macro-aree. Questa seconda fase elimina una distorsione tipica dell’approccio per reparti, cioè la mancata valutazione dei flussi di materiali fra elementi dello stesso reparto e quindi consente una stima più veritiera dell’ammontare del costo della politica di trasporto. Attraverso questa duplice modalità di funzionamento si giunge in maniera rapida alla definizione della configurazione di dettaglio delle singole aree.



**Figura 12 – Logiche “Reparto” e “Flow Control Point”**  
(esempio tratto da (4))

Durante la fase di creazione, e poi in sede conclusiva di valutazione delle differenti alternative, vengono effettuate misure sulla “bontà” del plant layout generato. In letteratura si trovano diverse formulazioni di tali funzioni (8), (9). Si tratta, in alcuni casi, di parametri singoli come il calcolo della politica annua dei trasporti, o un giudizio di vicinanza complessivo, ovvero complicate funzioni multi-criterio. L’esperienza maturata ha dimostrato come nella pratica industriale la definizione dei pesi con cui stimare i differenti aspetti sia problematica, in quanto spesso si ha l’esigenza di abbinare dati oggettivi con informazioni qualitative, magari filtrate dalla soggettività di chi le raccoglie. Per questo motivo la piattaforma LRP mantiene costantemente aggiornate in maniera indipendente il costo della politica annua di trasporto materiali ed il giudizio complessivo di vicinanza valutati tra tutte le coppie di control points di flussi già allocati ovvero fra tutte le attività piazzate:

$$f.o._1 = \text{COSTO POLITICA TRASPORTO} = \sum_{ij} c_{ij} z_{ij} d_{ij}$$

$$f.o._2 = \text{GIUDIZIO TOTALE DI VICINANZA} = \sum_{hk} R_{hk}$$

dove:

$c_{ij}$  = costo per unità di lunghezza del trasporto fra i e j [€/m]

$z_{ij}$  = numero di viaggi nell'unità di tempo [trips/anno]

$d_{ij}$  = distanza fra i e j [m]

$R_{hk}$  = valore numerico della relazione h-k all'interno dell'area di influenza

Nel calcolo del giudizio di vicinanza fra attività è ragionevole pensare che vi sia correlazione, desiderata o indesiderata, anche fra aree non strettamente adiacenti. Per questo motivo per la formazione dei giudizi di vicinanza in una particolare attività vengono sommati tutti i contributi apportati da quei reparti e quelle attività che rientrano in una determinata *area di influenza* (fissabile dall'utente) rispetto all'attività in esame.

A questo punto l'operatore può effettuare valutazioni indipendenti sulla configurazione del layout in relazione al flusso dei materiali, direttamente esprimibile in termini monetari, ovvero al giudizio di vicinanza, oppure in alternativa impiegare una combinazione di questi due da definire in relazione al caso reale.

Il software LRP permette di visualizzare tramite frecce i flussi tra i vari control points; l'entità dei flussi è proporzionale alla larghezza dei collegamenti. È banale dire che il progettista per migliorare il layout si deve concentrare prevalentemente sulle frecce lunghe e larghe.

Per quanto riguarda le relazioni, è disponibile uno strumento che permette di effettuare un'ulteriore indagine: per ciascun reparto fornisce notizia sugli eventuali legami sopra un certo grado di desiderabilità (fissabile dall'utente) non presenti nell'area di influenza e gli eventuali legami sotto un certo grado (ad esempio X o XX) presenti nell'area sopra citata. Questa analisi tende ad evidenziare in modo rapido eventuali anomalie, per esempio rispetto a prescrizioni inerenti la sicurezza o normative.

L'architettura modulare consente una continua implementazione di nuove sezioni. Sono state illustrate le caratteristiche della piattaforma software LRP

2.0. Tra i vantaggi ricordiamo l'interattività spinta, un'interfaccia grafica intuitiva, lo svincolamento dai baricentri dei reparti, funzioni obiettivo multi-purpose.

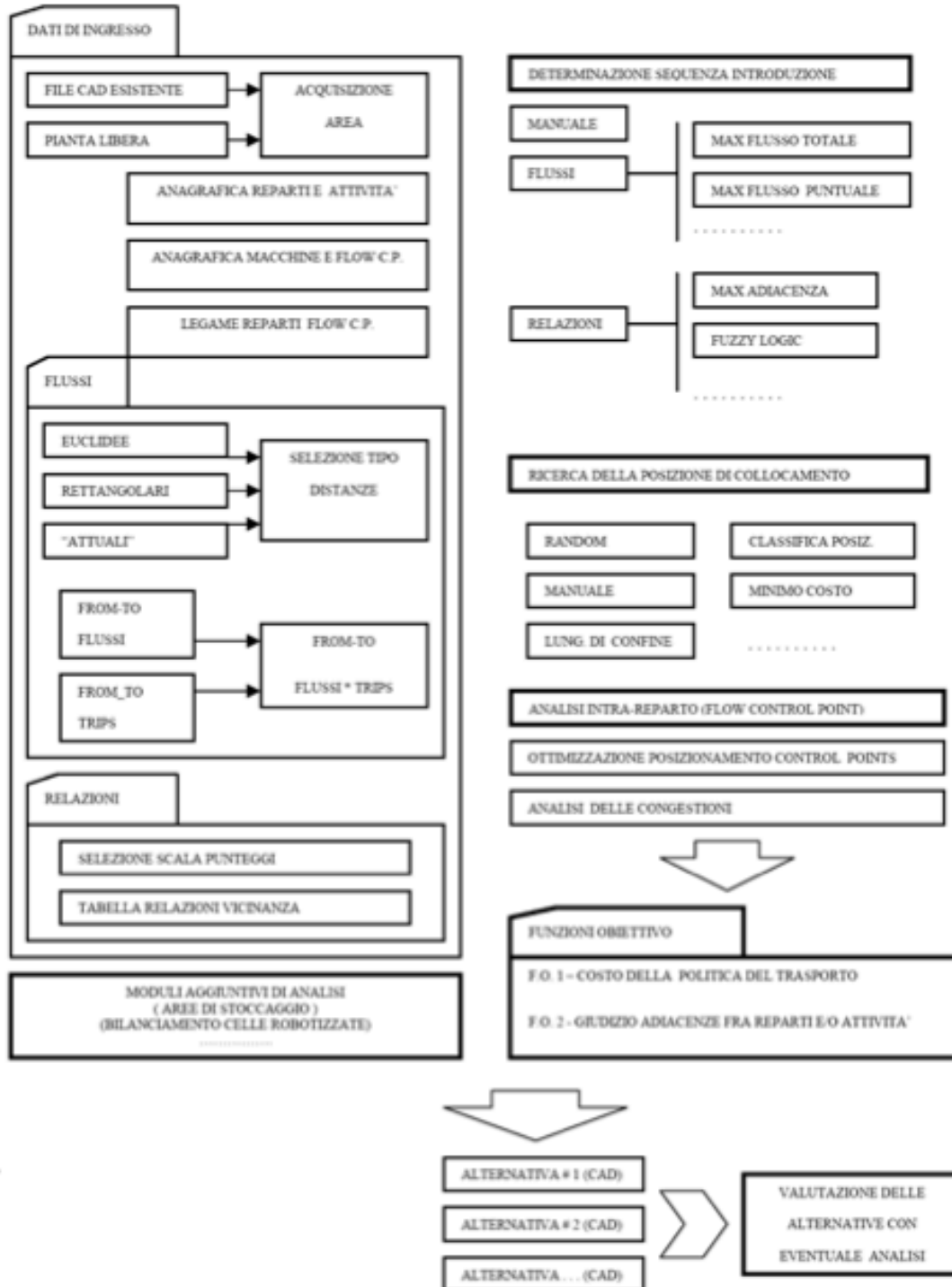


Figura 13 - Schema a blocchi della piattaforma LRP <sup>(3)</sup>

## CAPITOLO 3 - L'AZIENDA "MEC3"

### 3.1. LA STORIA <sup>(10)</sup>

MEC3 nasce nel 1984 a San Clemente, un piccolo comune in provincia di Rimini, dall'idea di un imprenditore locale, Giordano Emendatori. Egli percepì le potenzialità di business che si stavano presentando sui mercati esteri, in particolar modo in Germania, dovute all'appetibilità di un prodotto, il gelato, tipicamente made in Italy.

In pochi anni MEC3 riesce a trasformarsi da "sconosciuta promessa" ad "assoluta protagonista" del mondo del gelato.

Nel 1997 è la prima azienda nel comparto ad ottenere la certificazione del proprio sistema qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001 rilasciato del prestigioso organo di controllo tedesco TÜV CERT Süddeutschland, che ne garantisce il controllo del processo produttivo e la sua efficacia.



Figura 14 – Certificazione UNI EN ISO 9001

Grazie ad una vincente strategia aziendale basata sulla qualità, sulla ricerca e sullo sviluppo di nuovi prodotti, sulla valorizzazione dei propri collaboratori e sulla massima soddisfazione dei clienti, MEC3 si afferma oggi come l'azienda più dinamica ed innovativa del settore.

Un efficace marketing mix assieme ad una immagine di "azienda premium" hanno così portato Mec3 su un sentiero di sviluppo inarrestabile e senza limiti geografici.



### 3.2. I RISULTATI DI OGGI (2004 – 2011)

La missione sfidante e ispiratrice è quella di dare un servizio personalizzato e prodotti distintivi per la piena soddisfazione dei propri clienti nel mondo. Per perseguire questi obiettivi l'azienda investe costantemente in ricerca e nella crescita delle proprie persone.

Nel gennaio 2004 MEC3 raggiunge l'importante traguardo aziendale dell'inaugurazione di un nuovo stabilimento dove ha sede attualmente. Il costante sviluppo maturato da MEC3 in questi anni l'hanno portata in breve tempo a più che raddoppiare il proprio il venduto.



Figura 15 – Vista frontale dello stabilimento MEC3 <sup>(10)</sup>



**Figura 16 – Vista laterale dello stabilimento MEC3**

Nel 2005 MEC3 viene inserita nella classifica delle 500 aziende più dinamiche d'Europa stilata dalla Europe's 500 Entrepreneurs for Growth.

Il ruolo di leader del proprio settore deve comportare un senso di Responsabilità, e più in generale un senso di “Corporate Social Responsibility” che negli ultimi anni l'azienda ha tradotto in una vera e propria politica del “Respect”, così come è stata denominata da MEC3. Molte iniziative dell'azienda seguono questa politica, come ad esempio l'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica, la raccolta differenziata dei rifiuti (che ha come meta lo zero-rifiuti), le borse di studio per le matricole universitarie locali, i rapporti con l'Università (Bologna e Milano), la ricerca medica contro il cancro (ABO Project), il sostegno a distanza (attraverso associazioni umanitarie e di volontariato come UNICEF, DOKITA e la Comunità di San Patrignano), il sostegno a realtà locali, la sponsorizzazione/aiuto allo sport <sup>(10)</sup>.



**Figura 17 – Logo “Respect” di MEC3 <sup>(10)</sup>**

MEC3 conta 214 dipendenti (in aumento per il 2012), di questi circa 60 sono tecnici specializzati.

Facendo un giro in azienda si può notare quanto siano rilevanti i controlli di qualità del prodotto nei processi produttivi.

In termini di fatturato il 2011 si è chiuso con una crescita del 20%, passando da 55 milioni di euro del 2010 a circa 66 milioni, con un Ebitda di circa 13 milioni. Tale successo è dovuto sia all'espansione all'estero sia agli investimenti in R&S, che sono quantificabili in circa il 5% del fatturato.

### **3.3. INTERNAZIONALIZZAZIONE**

Attualmente opera in più di 70 paesi, direttamente e attraverso partner commerciali e distributori selezionati, e conta 2 sedi, 1 in Italia ed 1 in Germania:

- SAN CLEMENTE (RN): rappresenta il “quartier generale”, comprende un unico stabilimento in cui si hanno sede R&S, Produzione, Amministrazione e Commerciale
- MEC3 EISROHSROFFE VERTRIEBS – GmbH (Germania): struttura tecnico commerciale

Inoltre è in progetto l'apertura di una nuova unità produttiva in Brasile entro il 2014. La visibilità dell'azienda in ambito globale è aumentata anche grazie a una maggior partecipazione ai più importanti eventi fieristici del settore. Di seguito se ne riportano solo alcuni <sup>(10)</sup>:

- Sigep - Rimini (Italia)
- MIG – Longarone (Italia)
- The Ice Cream Alliance Exhibition – Yorkshire (Regno Unito)
- National Restaurant Association Show - Chicago (USA)
- Internorga - Amburgo (Germania)
- Intergelat - Alicante (Spagna)
- IBA - Düsseldorf (Germania)
- Artoza – Atene (Grecia)
- Fine Food Western Australia – Perth (Australia)
- FHC – Shanghai (Cina)



- Fistpal – San Paolo (Brasile)

In generale l'export, in linea con il piano aziendale di internazionalizzazione, rappresenta ormai l'80% del fatturato, ed oggi Optima-Mec3 detiene più del 20% della quota mondiale del settore semilavorati per gelato artigianale, grazie anche ad una joint venture siglata lo scorso anno con il colosso cinese Bright Food.

### **3.4. I PRODOTTI**

MEC3 opera nel business-to-business del gelato artigianale e della pasticceria; i suoi prodotti finiti rappresentano ingredienti e semilavorati che possono essere impiegati per la produzione di gelato e di dolci.

I prodotti MEC3 sono contraddistinti da un alto valore aggiunto, alta qualità, alta innovazione e ricerca. Per queste ragioni è determinante la presenza di un laboratorio interno (aziendale), che effettua istantaneamente i controlli necessari:

- *Controllo materia prima in entrata:* prima del loro utilizzo le materie prime vengono testate per verificarne la qualità.
- *Controlli qualità del prodotto finito:* vengono svolti al termine della lavorazione; ad esempio dopo la miscelazione

La maggior parte dei prodotti viene eseguita ad hoc per il cliente, il quale negli ultimi anni sta cercando caratteristiche di differenziazione in termini di qualità, aroma ed ingredienti.

Negli anni della sua storia grazie a una stretta collaborazione tra Ricerca e Sviluppo, Produzione e Clienti ha sviluppato e ampliato il proprio portafoglio prodotti; tra questi vi troviamo:

#### GELATO:

- **BASI E NEUTRI:** i prodotti coi quali MEC3 si è proposta al mercato, sono i Core Products; sono prodotti fondamentali nella preparazione del gelato. La gamma di basi e neutri MEC3 presenta prodotti di diversi livelli di

completezza studiati in modo da rispondere alle diverse esigenze del gelatiere, dai neutri in forma essenziale sino alle basi bilanciate più complete

- PASTE: sono prodotti naturali ottenuti dalla lavorazione di materie prime rigorosamente selezionate quali frutta, succhi concentrati, frutta secca, essenze ed estratti. Si utilizzano per conferire sapore e consistenza alle miscele base del gelato e trovano impiego ideale anche della pasticceria.
- VARIEGATI: sono paste ricche di sapore ottenute dalla lavorazione di materie prime naturali rigorosamente selezionate. Ideali anche per la farcitura e l'utilizzo in pasticceria.
- KIT: I Kit rappresentano le specialità MEC3 e sono confezioni formate dalla combinazione di paste e variegature.
- DOLCEBIO: sono prodotti che utilizzano materie prime di origine biologica
- GELATO SOFT
- FROZEN YOGURT
- PRALINERIA E STECCHI

#### PASTICCERIA:

- BASI: sono prodotti in polvere che opportunamente miscelati strutturano dolce semifreddo
- PASTE PER TORTE: paste per torte ad alta concentrazione per aromatizzare creme, semifreddi, torte, mousse, gelatine, etc...
- FARCITURE E GLASSE: Linea di prodotti in paste pronti all'uso per farcire e decorare torte e semifreddi
- DESSERT: compongono la linea MEC3 con marchio GUSTOSIA che raccoglie le specialità più importanti della pasticceria e ristorazione internazionale.



Produzione. Ha supervisionato l'intera esecuzione del progetto e ha approvato le alternative di layout ipotizzate in termini di normative, permessi e regolamentazioni; ha fatto da tramite con la visione dirigenziale. Si sono stimate le risorse necessarie per gli anni future affinché l'azienda rispetti gli obiettivi di business plan

- Responsabile Lean: ha supervisionato l'intera esecuzione del progetto insieme al Responsabile di Stabilimento. Ha dato indicazioni per garantire la formulazione di layout funzionali.
- Controllo di Gestione: per valutare risorse disponibili, stimare costi di trasformazione e verificare la presenza di materiali "no moving, no value"
- Responsabile Manutenzione: ha fornito indicazioni riguardanti le configurazioni dei nuovi macchinari, e le aree necessarie per poter effettuare gli interventi manutentivi ordinari e straordinari.
- Addetto Programmazione della Produzione: ha fornito i dati dei lotti di produzione, le produttività dei macchinari e tutti i dati riguardanti le produzioni passate e future e le giacenze dei magazzini

## CAPITOLO 4 - ANALISI DEL LAYOUT AS-IS<sup>5</sup>

In questa prima parte del progetto il *re-layout team* si integra con l'area produttiva di MEC3 per studiarne la disposizione attuale dei reparti, le caratteristiche produttive, la composizione dell'offerta aziendale, i tempi e i metodi di produzione, i costi di movimentazione dei materiali, e le aree a disposizione.

### 4.1. ORGANIZZAZIONE DELLA PRODUZIONE

Tale fase riguarda la comprensione delle dinamiche che regolano la gestione e il lavoro all'interno degli stabilimenti. Questo studio fa riferimento a:

- *dati qualitativi*: raccolti da interviste e questionari sottoposti al personale aziendale; bisogna fare attenzione a quelle che possono essere le “errate percezioni” di un singolo, tuttavia il riscontro diretto di chi giornalmente lavora in azienda è importantissimo.
- *dati quantitativi*: selezionati dal sistema informativo aziendale (OASI), forniscono informazioni sulle quantità di prodotto lavorate, sulle ore di lavorazione, sulla dimensione dei lotti, sull'entità delle perdite/sfridi di lavorazione etc.; tali dati possono essere frutto di distorsioni, ad esempio in fase di inserimento nel sistema informativo, oppure per un uso non appropriato dei filtri a disposizione dell'utente.

La rielaborazione di questi dati è fondamentale per ottenere informazioni che siano il più possibile coerenti con la realtà; essi vanno verificati incrociando le fonti e vanno sottoposti periodicamente alla validazione dei quadri aziendali.

I reparti produttivi di MEC3 operano prettamente su commessa. La filosofia aziendale punta a minimizzare le scorte di prodotti finiti. Tuttavia la produzione risente notevolmente della stagionalità dei prodotti e quindi degli ordini dei clienti.

---

<sup>5</sup> Per effettuare questa analisi si sono presi i dati di produzione del 2010 e si sono mappate le aree al 04/2011

Perciò, tenuto conto anche del fatto che le capacità produttive sono oramai arrivate al livello di saturazione in alta stagione, MEC3 si trova a dover anticipare alcune produzioni di quei prodotti ad alta rotazione nel periodo di bassa stagione.

Per quanto riguarda l'organizzazione dei turni, questa non è ben definita. I turni, infatti, variano in relazione alla stagione. In bassa stagione (settembre – febbraio) tutti i reparti produttivi lavorano generalmente su di un solo turno di 8 ore per 5 giorni alla settimana. In alta stagione (marzo – luglio), invece, alcuni reparti ed i magazzini aumentano i turni fino a 1,5 o 2 turni /gg, se il volume degli ordini lo richiede, per 6 giorni a settimana.

Di seguito si riporta l'organizzazione dei turni riferita all'alta stagione nel periodo di analisi.

REPARTO	n° turni/gg	gg/week	h/week
PASTE GRASSE	1	6	48
PASTE CONCENTRATE	1	6	48
CONFEZIONAMENTO PASTE	1	6	48
POLVERI	1,5	6	72
MAGAZZINO M.P.	1,5	6	72
MAGAZZINO P.F.	2	6	96
LABORATORI QUALITA'	1	6	48

**Figura 20 – Organizzazione dei turni**

La manodopera impiegata nei reparti produttivi ammonta a 75 operai, tra turnisti, giornalieri, stagionali e carrellisti.

#### ***4.1.1. I reparti produttivi***

Le materie prime che compongono le ricette dei prodotti MEC3 sono costituite principalmente da polveri contenute principalmente in sacchi da 25 o 50 kg. In quantità minori si utilizzano anche materie prime in pezzi o granuli, generalmente congelate, oppure materie prime liquide, contenute in silos di 1000 kg.

Nella catena del valore delle attività produttive di MEC3 si individuano i seguenti processi.

- PESATURA

Questa operazione avviene in apposite aree isolate dalle aree di produzione vere e proprie e dalle altre aree dello stabilimento per evitare contaminazioni causate dalle polveri che si sollevano durante la pesatura. L'operazione viene effettuata manualmente da un operatore (uno per ogni postazione di pesatura) al quale è affiancato un altro operatore che all'occorrenza gli fornisce il materiale da pesare. I due opereranno secondo il principio "chirurgo-strumentista". Si utilizzano delle bilance di precisione a piattaforma e delle sessole con le quali si travasa la materia prima dai sacchi dei fornitori ad altri contenitori ( sacchi, sacchetti o secchielli) destinati alla produzione. La pesatura deve avvenire con una precisione al grammo. In uscita da questa fase si ottiene un bancale contenete tutti gli ingredienti che, opportunamente miscelati, comporranno il prodotto finito. Nel Reparto Polveri e (solo per lo zucchero) nel Reparto Paste Grasse, la dosatura di alcune materie prime (zucchero, destrosio, latte in polvere, glucosio) avviene in automatico tramite piping collegato a dei silos di deposito.

- MISCELAZIONE

In questa fase le materie prime precedentemente pesate vengono versate all'interno di miscelatori di varie taglie; si va dai 100 kg del più piccolo fino a 3.200 kg. Questi miscelatori possono essere:

- *Orizzontali*: possiedono delle pale oppure un'elica o una cocleache ruotano attorno ad un asse orizzontale. Prevalentemente utilizzati per la miscelazione delle paste grasse e polveri
- *Verticali*: possiedono delle pale oppure un'elica che ruotano attorno ad un asse verticale. Prevalentemente utilizzati per la miscelazione delle paste concentrate

- *Rotanti*: mescolatori a doppio cono sollevati da terra. La miscelazione delle materie prime avviene per gravità grazie alla rotazione di questi attorno al proprio asse orizzontale (figura 21).



**Figura 21 – Miscelatore rotante a doppio cono**

Il processo di miscelazione viene effettuato a caldo, raggiungendo temperature dell'ordine dei 70-80 °C, e varia a seconda del tipo di prodotto.

Le paste grasse sono paste prevalentemente a base di cacao e zucchero; alle materie prime viene aggiunto in fase di miscelazione grasso o olio.

Le paste concentrate sono paste prevalentemente a base di frutta e acqua; l'acqua viene pompata direttamente all'interno dei mescolatori e durante la fase di miscelazione si raggiungono temperature anche di 80 °C, le quali permettono il processo di pastorizzazione del prodotto.

Le polveri (basi e neutri), invece, sono costituite solo da polveri e la miscelazione avviene a secco.

- **RAFFINAZIONE**

Il processo di raffinazione viene subito dalle sole paste grasse, in quanto la maggior parte di queste è composta da cacao, dal quale si eliminano così eventuali grumi generati nella fase di miscelazione. La raffinazione avviene per mezzo di mulini a sfere ad asse verticale.



- ABBATTIMENTO DI TEMPERATURA

Il Laboratorio Qualità aggiorna costantemente due liste di codici: una per quei codici che devono subire un abbattimento di temperatura subito dopo il confezionamento primario ed una per quei codici che devono essere anche stoccati in cella frigorifera.

Nel primo caso l'abbattimento può avvenire con il passaggio del prodotto confezionato attraverso un tunnel di raffreddamento, oppure deve giacere per una notte in una cella frigorifera. Nello stabilimento sono presenti tre celle frigorifere a +4 °C, +12 °C e -18 °C.

Nel secondo caso il prodotto, completo anche di imballo secondario, deve essere stoccato in cella a +4 °C o +12°C. Tale vincolo, però, varia a seconda del clima stagionale.

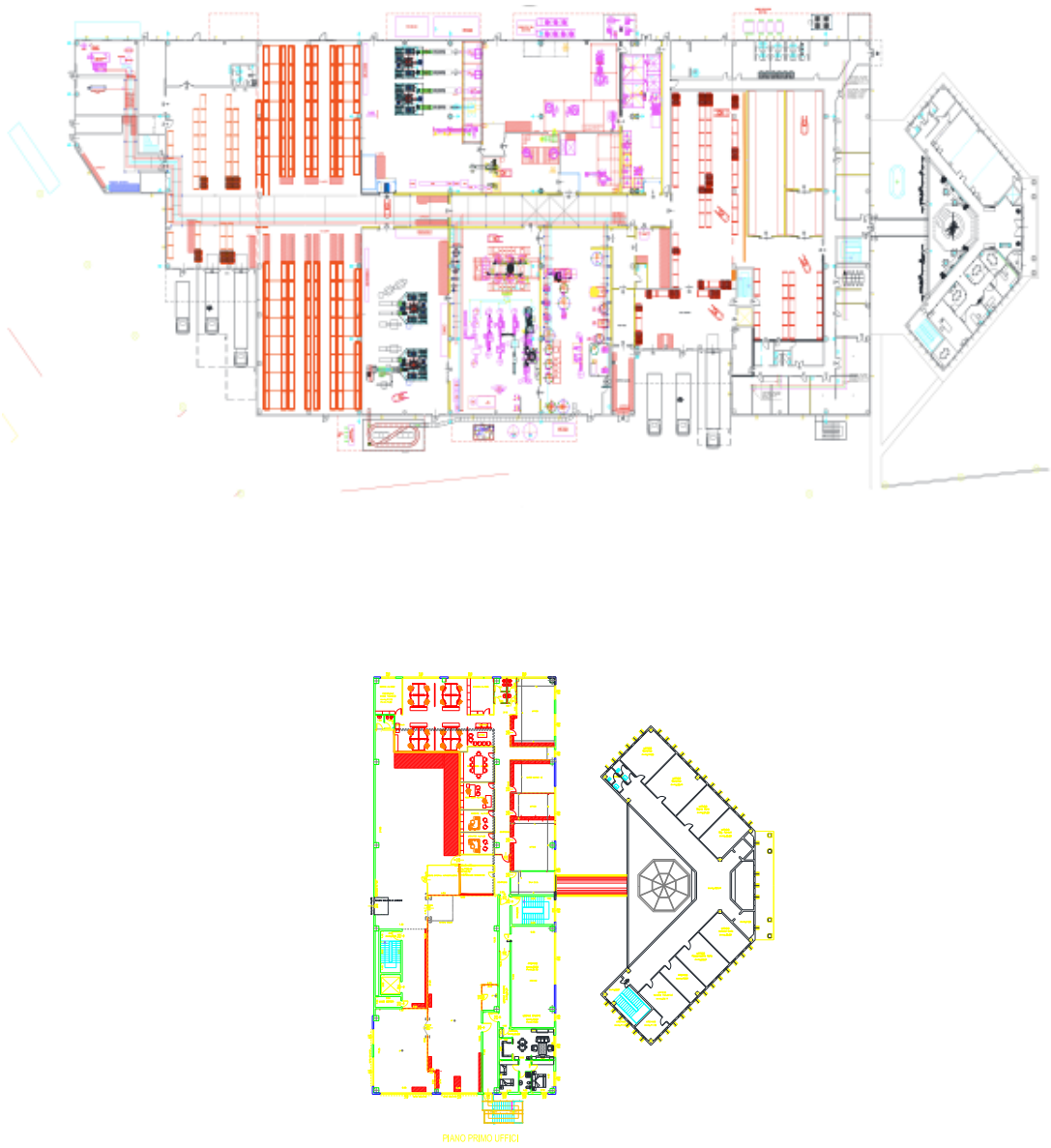
## **4.2. STUDIO DEL LAYOUT - DEFINIZIONE DEI FLOW CONTROL POINT E DELLE AREE DI STOCCAGGIO DEI MATERIALI**

Lo studio del layout as-is ha in oggetto lo stabilimento MEC3 di circa 10.000 m<sup>2</sup> e i magazzini esterni Ex-Ghigi e Ex-Polli di San Clemente, rispettivamente 2.200 e 960 m<sup>2</sup>. Le attività di produzione si svolgono interamente nello stabilimento MEC3. Nel magazzino Ex-Ghigi vengono stoccati materie prime (per il refilling del magazzino materie prime interno), prodotti finiti e imballi primari, mentre nel magazzino Ex-Polli vengono stoccati esclusivamente imballi secondari. Tre navette sono incaricate del collegamento dei 3 stabili.

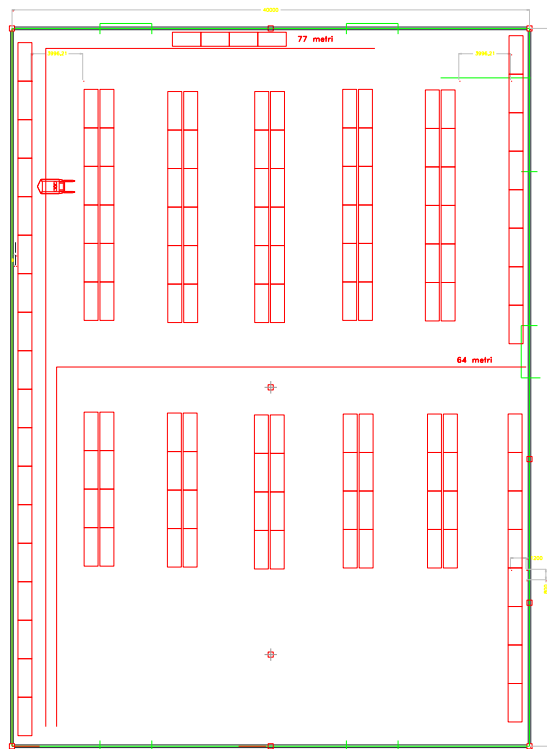


**Figura 22 – Area industriale Casarola - San Clemente (RN)**

Nello stabilimento principale si trovano, oltre ai reparti produttivi, le principali attività di line e di staff, e il laboratorio di controllo della qualità. Il Magazzino Prodotti Finiti ed il Reparto Confezionamento Paste sono dati in gestione a terzi (Consorzio Target Sinergie) ai quali viene corrisposto un certo prezzo prestabilito per ogni tonnellata in output dai suddetti reparti (62 €/ton sulla quantità venduta e 63 €/ton sulla quantità confezionata).



**Figura 23 – Layout AS-IS dello stabilimento principale MEC3 - a) piano terra, b) I° piano**



**Figura 24 – Layout AS-IS del Magazzino Ex-Ghigi**

Non esiste un layout del Magazzino Ex-Polli in quanto l’edificio è quello di un vecchio allevamento ristrutturato di dimensioni 80x12 m<sup>2</sup> e senza scaffalature al suo interno. I bancali di imballi secondari sono stoccati a terra e sovrapposti direttamente l’uno sull’altro.

Una parte del processo produttivo (pesatura materie prime per Reparto Polveri) viene effettuata in un’area posta al primo piano dello stabilimento che viene utilizzata anche per lo stoccaggio degli imballi residui di produzione.

I Flow Control Point individuano i punti di scambio materiale, ovvero tra questi punti si andranno a studiare i flussi che si generano durante lo svolgimento delle attività produttive. Durante la modellizzazione dei cicli è importante cercare di uniformare le denominazioni di reparti, macchinari e punti di stoccaggio per ridurre le possibilità di errore quando si andrà ad effettuare l’analisi dei costi. Bisogna adottare un giusto trade-off tra efficienza ed efficacia del sistema di “FCP”. Troppi punti di scambio materiale complicano notevolmente il modello di costo senza apportare benefici alla soluzione. Nella figura 26 si è costruito un block-layout dei

vari stabili in modo da evidenziare i confini e rendere più agevole la rintracciabilità dei vari reparti e in modo da individuare più agevolmente i vari FCP. Per semplificarne la modellizzazione, questi sono stati individuati nei baricentri dei reparti. Nel caso in cui il carrello elevatore debba compiere percorsi contorti si è cercato di essere più cautelativi possibili, posizionando il punto di scambio materiale nella posizione più idonea a rappresentare la realtà.

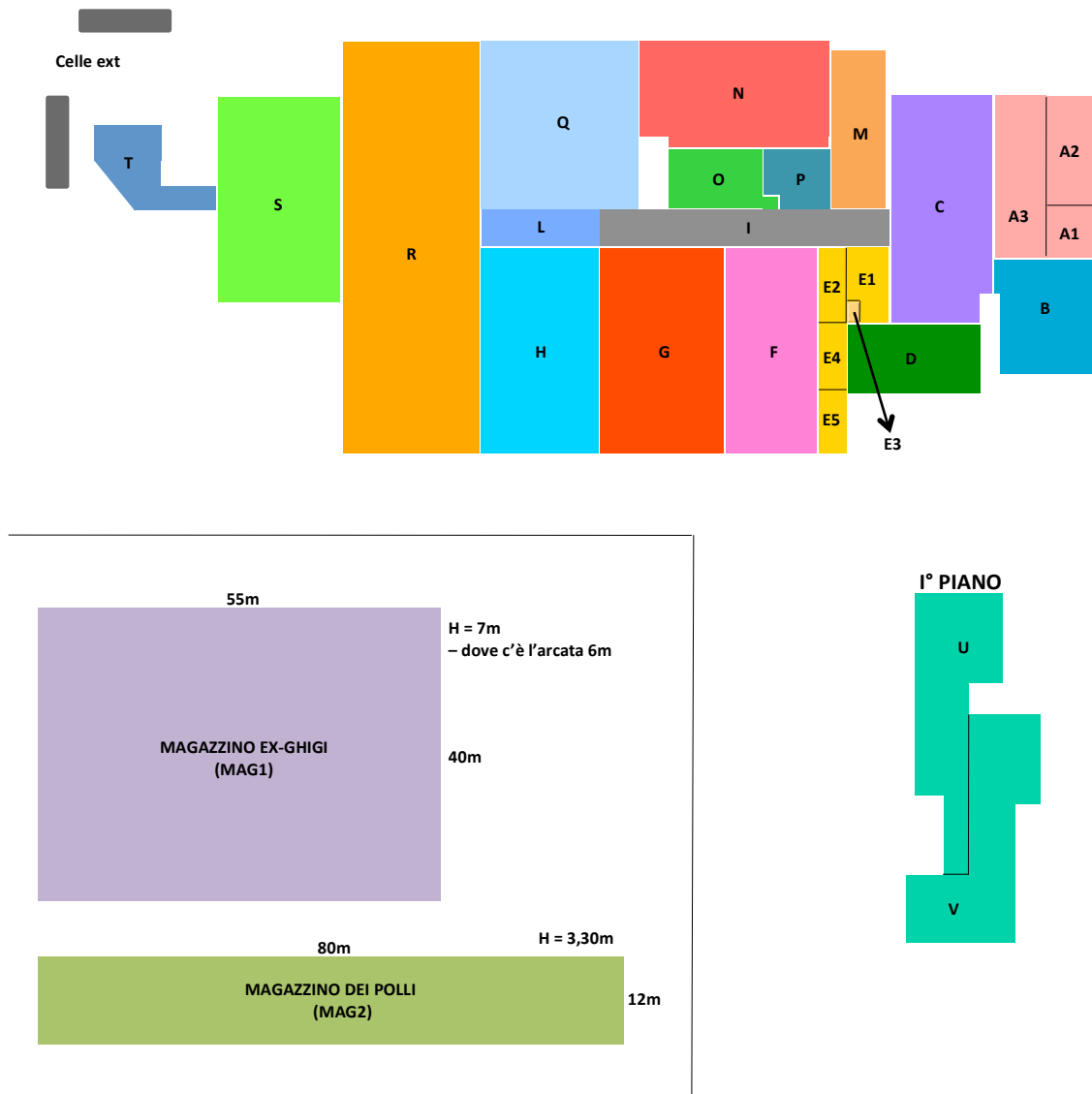


Figura 25 – Block-Layout MEC3

<b>ID</b>	<b>RELPARTO</b>	<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>
A1	CELLA POSITIVA +4	47,6
A2	CELLA NEGATIVA -18	103,36
A3	CELLA POSITIVA +15	87,12
A4	CELLA POSITIVA +4	65,2
B	DEPOSITO MATERIE PRIME	208,2
C	MAGAZZINO MATERIE PRIME	418,6
D	AREA DOGANA	167,46
E1	SBANCALAMENTO	50,76
E2	DEPOSITO MACCHINE	36,92
E3	COLORI	7,04
E4	AREA PESI	34,4
E5	DEPOSITO ALCOOL	40,05
F	LAVORAZIONE PASTE GRASSE	348,25
G	LAVORAZIONE PASTE CONCENTRATE	473,19
H	CONFEZIONAMENTO PASTE	456,23
I	DISIMPEGNO	203
L	USCITA PRODOTTI FINITI	80,74
M	DEPOSITO SILOS	156,87
N	LAVORAZIONE POLVERI	369,35
O	CIOCCOLATO	114,7
P	PESATURA POLVERI	96,79
Q	CONFEZIONAMENTO POLVERI	496,27
R	MAGAZZINO PRODOTTI FINITI	1090,26
S	MAGAZZINO SPEDIZIONI	463,71
T	SALA CAMPIONI	55,11
U	MAGAZZINO II piano	294,68
V	PESATURA POLVERI II piano	327,4
Celle ext	CELLE DI STOCCAGGIO ESTERNE	30

**Figura 26 – Superfici reparti MEC3**

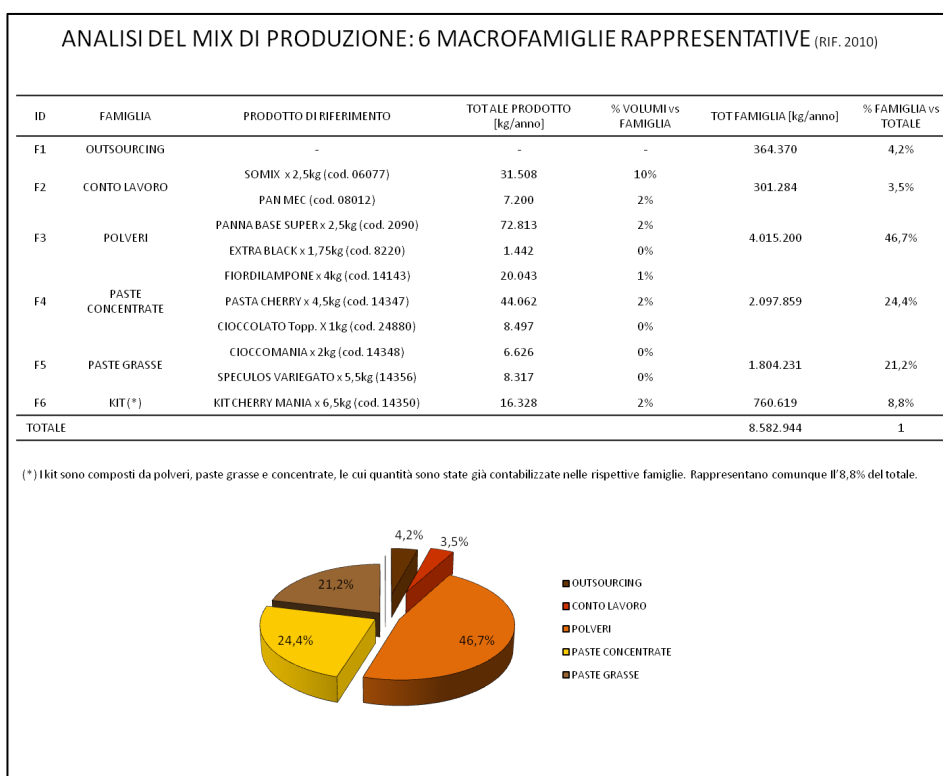
## 4.3. ANALISI DEL MIX PRODUTTIVO, STUDIO DEI CICLI E SCELTA DEI PRODOTTI CARATTERISTICI

### 4.3.1. *Analisi Prodotti - Quantità*

L'analisi P-Q fornisce informazioni su come è suddivisa la produzione aziendale in termini di quantità prodotte all'anno. Serve per capire come un prodotto o una famiglia di prodotti impatta sul costo totale della configurazione attuale. MEC3 è un'azienda che produce tantissimi prodotti, possiede codici ad hoc per ogni tipo di cliente e quindi sarebbe troppo oneroso considerare la suddivisione della produzione per ciascun prodotto. Per le richieste che sono state commissionate è sufficiente suddividere i prodotti in macrofamiglie, e prendere in esame il ciclo di produzione di un prodotto rappresentativo per ogni famiglia. Di seguito sono riportati i dati necessari per svolgere una corretta analisi prodotti-quantità.

- *Classificazioni esistenti in azienda dei prodotti e modalità di selezione nei filtri del sistema gestionale OASI:* i prodotti sono classificati in base alla *famiglia* di appartenenza (famiglia 1= prodotti standard; famiglia 2= prodotti personalizzati), in base al *reparto* (1= conto lavoro e outsourcing, 2 = polveri, 3= paste concentrate, 4= paste grasse, 5= vasetti, 6= kit, 7=campioni) ed in base al *ciclo di lavorazione*
- *Famiglie rappresentative:* la dirigenza tecnica ha individuato 6 famiglie differenti che caratterizzano il mix di produzione; il raggruppamento è avvenuto cercando di mettere insieme prodotti che generassero flussi simili.
  - Polveri
  - Paste grasse
  - Paste concentrate
  - Outsourcing
  - Conto lavoro
  - Kit

- *Codici dei prodotti rappresentativi*: definiti con la dirigenza tecnica in funzione dei volumi e degli standard produttivi.
- *Quantità prodotte delle famiglie rappresentative nell'arco di tempo prestabilito*: è stato definito come spazio temporale per l'analisi P-Q l'esercizio 2010 (dal 01-01-2010 al 31-12-2010). E' il periodo più rappresentativo in quanto più vicino al presente, inoltre permette di sviluppare lo studio indipendentemente da eventuali stagionalità.
- *Quantità prodotte dei prodotti rappresentativi*:



**Figura 27 – Macrofamiglie rappresentative e mix produttivo**

Per quanto riguarda i codici dati in CONTO LAVORO (mec3 fornisce le materie prime al fornitore esterno che le lavora e consegna il prodotto finito a mec3) oppure in OUTSOURCING (il fornitore consegna il prodotto finito solo da imballare senza che mec3 fornisca alcuna materia prima) si tratta sempre di paste grasse, paste concentrate oppure polveri.



### ***4.3.2. Studio dei cicli monoprodotta***

E' senza dubbio la fase del progetto che ha richiesto più tempo di esecuzione, in quanto è fondamentale il coinvolgimento del personale interno. In particolare è stato necessario l'ausilio dei dipendenti di MEC3 in una fase ex-ante per rilevare quanti più dati possibili e in una fase ex-post per verificare e validare i modelli ricostruiti.

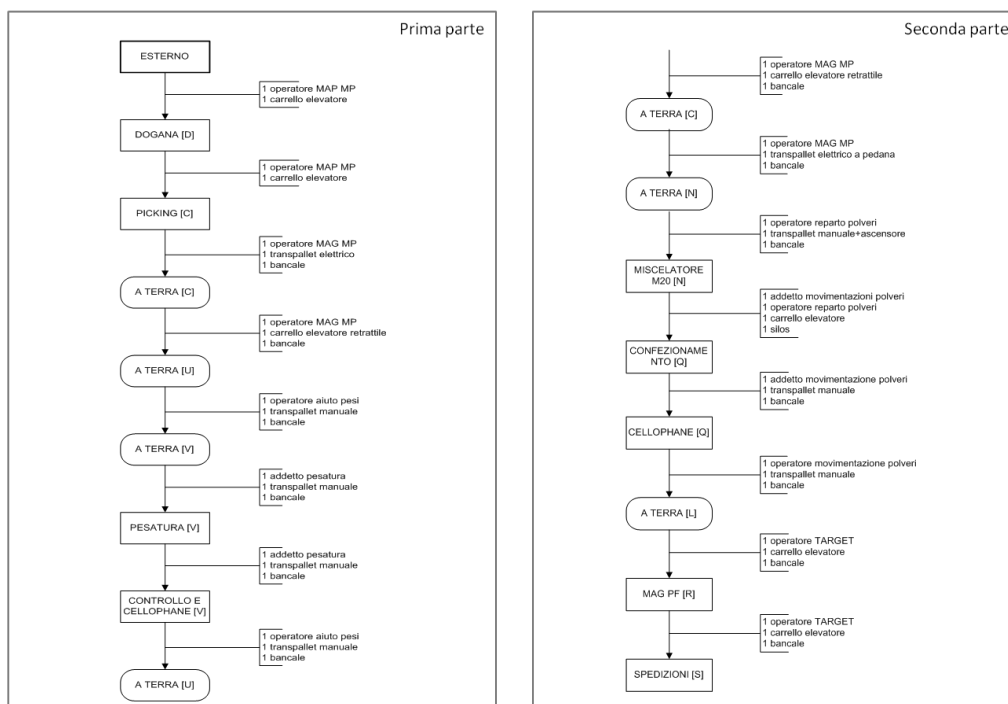
Operativamente bisogna integrare le informazioni ex-ante con i dati disponibili nel sistema informativo e sviluppare diagrammi monoprodotta che illustrino i flussi della merce.

- STUDIO DEL PROCESSO DI LAVORAZIONE

Grazie al personale tecnico e di produzione è stato possibile ricostruire la successione degli spostamenti che ogni prodotto subisce lungo gli stabilimenti; vengono studiati i macchinari e i reparti che un semilavorato deve attraversare, in modo da definirne il flusso ed il volume dei materiali movimentati ed i mezzi di trasporto ed il numero di operatori dedicati alle movimentazioni.

Di seguito si riporta un esempio della schematizzazione del ciclo produttivo di un codice della famiglia polveri.

## STUDIO DETTAGLIATO DEI CICLI DI LAVORO – PANNA BASE SUPER, cod. 02090



**Figura 28 – Studio del ciclo produttivo di un prodotto**

L'analisi è stata replicata su tutti i codici riportati nella tabella delle macrofamiglie rappresentative.

- **STUDIO DEI VIAGGI**

Tra due control point consecutivi si individua il numero di viaggi al mese come il rapporto tra i kg totali prodotti nell'unità di tempo e la quantità trasportabile durante il singolo viaggio. Le distanze e la corrispondente from to chart sono ricavabili andando ad analizzare le piante cad opportunamente scalate. Nel software AutoCAD è disponibile un tool di misura che individuati due punti ci consente di rilevare la distanza rettangolare. E' importante verificare sul campo l'attendibilità della pianta a disposizione.

Di seguito si riporta la flotta a disposizione di MEC3 per effettuare gli spostamenti di materiale

## FLOTTA MEZZI DI TRASPORTO

Tipologia mezzo di trasporto	H sollevamento [mm]	Portata nominale [kg]	Velocità di traslazione [km/h] (con – senza carico)	Velocità di sollevamento [km/h] (con – senza carico)
Elevatore trilaterale	14.800	1.500	13,2 – 14	1,5 – 1,3
Elevatore elettrico	3.200 ÷ 4.000	1.500 ÷ 1.800	16 – ND	1,8 – ND
Elevatore elettrico a timone	2.500 ÷ 4.100	700 ÷ 1.400	9 – 9	0,5 – 0,8
Elevatore retrattile	6.300 ÷ 8.000	1.600	9,7 – 10,6	0,9 – 1,4
Transpallet elettrico a timone	120	2.000	5 – 5,2	0,43 – 0,61
Transpallet manuale	-	-	-	-
Transpallet con bilancia	-	-	-	-
Vertical order picker	3.000	1.000	10	0,20

AUTOCARRO TELONATO



AUTOCARRO FURGONATO



CARRELLO ELEVATORE



TRANSPALLET ELETTRICO



## FLOTTA MEZZI DI TRASPORTO – Aprile 2011

Zone	Mezzo di trasporto					
	Autocarro furgonato	Autocarro telonato	Carrello elevatore	Transpallet	Carrello trilaterale	Vertical order picker
Esterno	1	1	1	3		
Imballaggi reparto paste			2	6		
Imballaggi reparto polveri				3		
Magazzino II piano			1			
Magazzino ex Ghigi			1	1		
Magazzino MP			2	3		
Magazzino PF + Spedizioni			5	4	1	5
Magazzino polli			1			
Pesatura paste				1		
Pesatura polveri			1	1		
Reparto paste concentrate			1	3		
Reparto paste grasse			1	2		
Reparto polveri			2	1		
Ricevimento merci			1	2		
<b>TOTALE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
m/mese (1)	7.952	105.376	91.100	676.560		
m/giorno*mezzo (1)	398 (2)	5.269	325	2.255		

(1) Esclusi mezzi TARGET.

(2) I metri si riferiscono solo al navettaggio da e per il Magazzino ex-Ghigi.



Mezzi di trasporto MEC3 = 31 (2 autocarri, 15 transpallet, 14 carrelli elevatori)

Mezzi di trasporto TARGET = 25 (1 autocarro, 10 transpallet, 9 carrelli elevatori, 5 vertical order picker)

Figure 29 e 30 – Flotta dei mezzi di trasporto MEC3

Come si può vedere si è distinto tra i mezzi utilizzati da Mec3 e quelli utilizzati da Target. Questi ultimi sono comunque di proprietà di Mec3, ma sono dati in comodato d'uso a Target, al quale viene riconosciuto da Mec3 un canone forfettario di 43.000 €/anno per le manutenzioni sostenute da Target.

La stessa analisi è stata fatta per le risorse umane. Il costo della MdO per Mec3 è di 16,6 €/h.

RISORSA UOMO – Anno 2011							
ID	REPARTO	NUMERO OPERATORI			TOTALE	Turni /giorno	
		Operatore	Addetto moviment./picking	Capo reparto			
A, B, C, D	MAGAZZINO MP	2	7	1	10	1,5	
E	PESATURA PASTE	2	-	-	2	1	
F	LAV. PASTE GRASSE	9	1	1	11	1	
G	LAV. PASTE CONCENTRATE	13	-	1	14	1	
H	CONFEZIONAMENTO PASTE	9	1	1	11 (1)	1	
M, N, O, P, Q	REPARTO POLVERI	24	5	1	30	1,5	
R, S	MAGAZZINO PF	3	20	1	24	2	
V	PESATURA POLVERI	6	1	-	7	1	
TOTALE			16		109 (2)		

(1) Negli 11 operatori del confezionamento paste, grasse e concentrate, il capo reparto è di MEC3.  
(2) Nei 109 operatori, 34 sono di TARGET.

Operatori MEC3 = 75 operatori  
Operatori TARGET = 34 operatori

COSTO OPERATORE MEC3 = 16,6 €/h

**Figure 31 – Risorse uomo MEC3**

- UTILIZZO DEI MEZZI DI MOVIMENTAZIONE

Come si è potuto notare nel paragrafo precedente, la flotta di Mec3 è molto numerosa.

Si contano, infatti, 56 mezzi di trasporto tra carrelli elevatori, transpallet e navette. Di questi, 31 sono utilizzati da MEC3 e 24 da Target. Questo numero non è giustificato tanto dal volume delle movimentazioni quanto dal fatto che, nei reparti produttivi, molti mezzi vengono utilizzati solo saltuariamente per operazioni specifiche (vedi magazzino I° piano) oppure vengono utilizzati per tenere sollevati bancali di semilavorati per agevolare le operazioni degli operatori. Di seguito si riporta qualche esempio:



Figure 32 – Mezzi oziosi MEC3

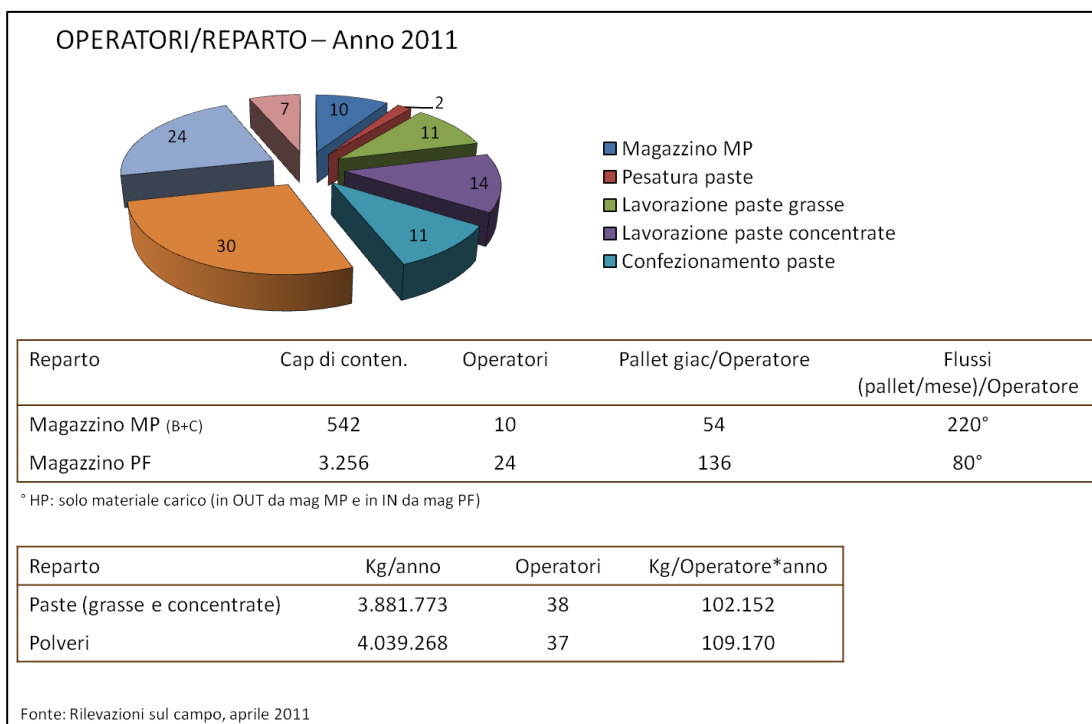
Come si vede dalla tabella seguente, i mezzi, in particolare carrelli e transpallet, risultano essere estremamente insaturi, con soli 325 m percorsi di media al giorno da ogni carrello e 2.255 m da ogni transpallet. Questo perché molti mezzi rimangono solitamente fermi all'interno dei reparti.

Zone	Mezzo di trasporto					
	Autocarro furgonato	Autocarro telonato	Carrello elevatore	Transpallet	Carrello trilaterale	Vertical order picker
Esterno	1	1	1	3		
Imballaggi reparto paste			2	6		
Imballaggi reparto polveri				3		
Magazzino II piano			1			
Magazzino ex Ghigi			1	1		
Magazzino MP			2	3		
Magazzino PF + Spedizioni			5	4	1	5
Magazzino polli			1			
Pesatura paste				1		
Pesatura polveri			1	1		
Reparto paste concentrate			1	3		
Reparto paste grasse			1	2		
Reparto polveri			2	1		
Ricevimento merci			1	2		
<b>TOTALE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
m/mese (1)	7.952	105.376	91.100	676.560		
m/giorno*mezzo (1)	398 (2)	5.269	<b>325</b>	<b>2.255</b>		

(1) Esclusi mezzi TARGET.  
(2) I metri si riferiscono solo al navettaggio da e per il Magazzino ex-Ghigi.

Questa proliferazione di mezzi di movimentazione crea ovviamente delle inefficienze, come un maggior fabbisogno di spazio, un aumento dei costi, crea delle congestioni lungo il flusso produttivo, diminuisce l'efficienza della MdO.

Come emerge infatti da un'altra analisi fatta sulle risorse umane, anch'esse sembrano operare con grandi inefficienze, come si può vedere da alcuni indicatori di facile calcolo riportati di seguito:



#### **4.4. CALCOLO DEL COSTO DELLA POLITICA DI TRASPORTO E ANALISI DELLE CONGESTIONI DI FLUSSO**

##### **4.4.1. Elaborazione delle From-To Chart**

A partire dall'analisi descritta precedentemente si è potuto stimare il costo della politica di trasporto interna.

Per fare ciò si è deciso di dividere le movimentazioni in due mondi: il mondo delle materie prime ed il mondo degli imballi, in quanto la gestione di questi ultimi da e

per i magazzini esterni in cui vengono stoccati risulterà essere particolarmente costosa per l'azienda sia in termini di costi sia in termini di sforzi di gestione.

Per il calcolo della politica di trasporto si sono costruite le from-to chart delle distanze e dei viaggi tra i vari reparti ed in particolare tra i Flow Control Point all'interno dei vari reparti. In seguito, per il calcolo del costo della politica di trasporto, si è proceduto applicando la piattaforma simulativa LRP<sub>2.00</sub>.

Le from-to chart sono matrici che sintetizzano tutte le informazioni quantitative rilevate durante lo studio del layout e del mix produttivo. Servono a calcolare il costo totale della politica di trasporto e dare al *re-layout team* gli spunti per effettuare le nuove alternative.

Le from-to chart seguenti sintetizzano diversi dati:

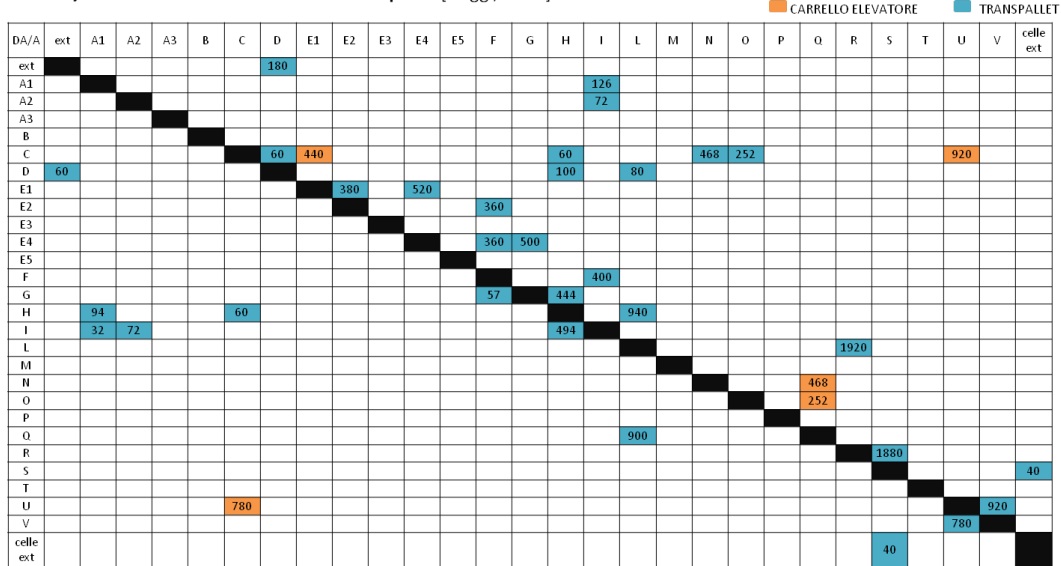
- $n_{ij}$  [viaggi/mese]: movimentazioni dei mezzi di trasporto corrispondenti (*TRANSPALLET, CARRELLO, NAVETTA*);
- $d_{ij}$  [metri/viaggio]: distanze tra Flow Control Point;
- $c_{ij}$  [€/metro]: costi unitari dei sistemi di trasporto;

Ciascuna delle matrici indicate sopra va costruita facendo riferimento a:

- 1 - **PRODOTTO CARATTERISTICO**: le matrici sono costruibili seguendo i workflow redatti durante lo studio dei cicli;
- 2 - **FAMIGLIA**: ciascuna classe è rappresentata dal prodotto di riferimento, quindi per trovare le movimentazioni dei mezzi di trasporto della famiglia basta moltiplicare  $n_{ij}$  del bene caratteristico per [100% di volumi rappresentativa].
- 3 - **TOTALE**:  $n_{ij}$  della totalità del mix si ottiene sommando le  $n_{ij}$  delle macrofamiglie in analisi.

## CALCOLO DEL COSTO DELLA POLITICA DI TRASPORTO – Imballi esclusi (Anno 2010)

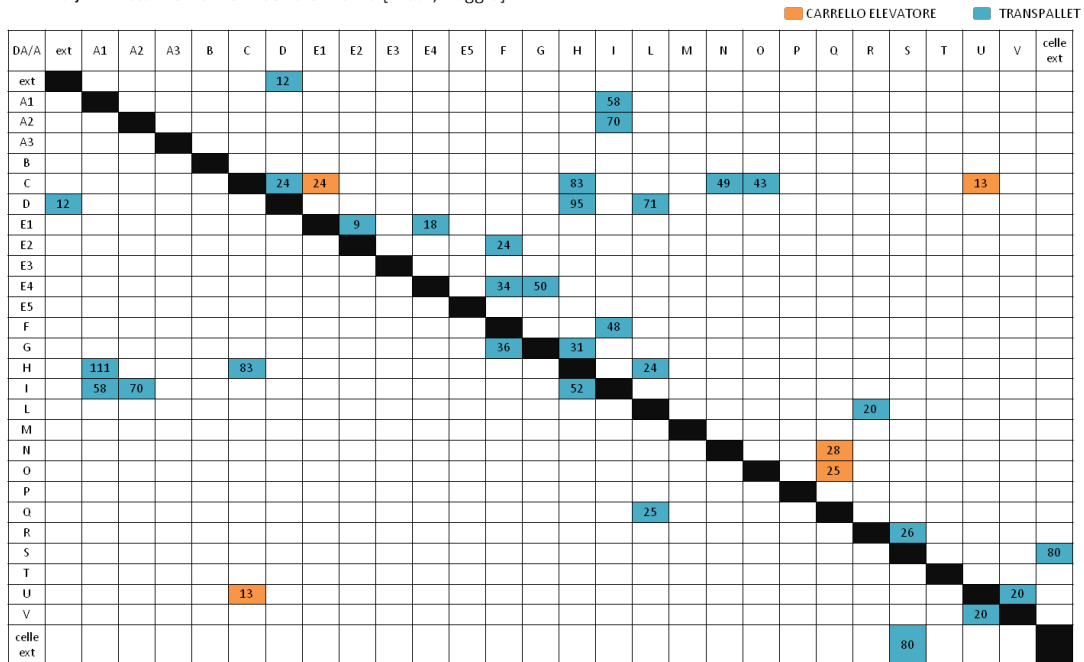
nij → Movimentazione dei mezzi di trasporto [viaggi/mese]



(\*) HP: il rateo di viaggio senza carico è uguale al 75% dei viaggi carichi  
le movimentazioni intra-reparto non sono considerate

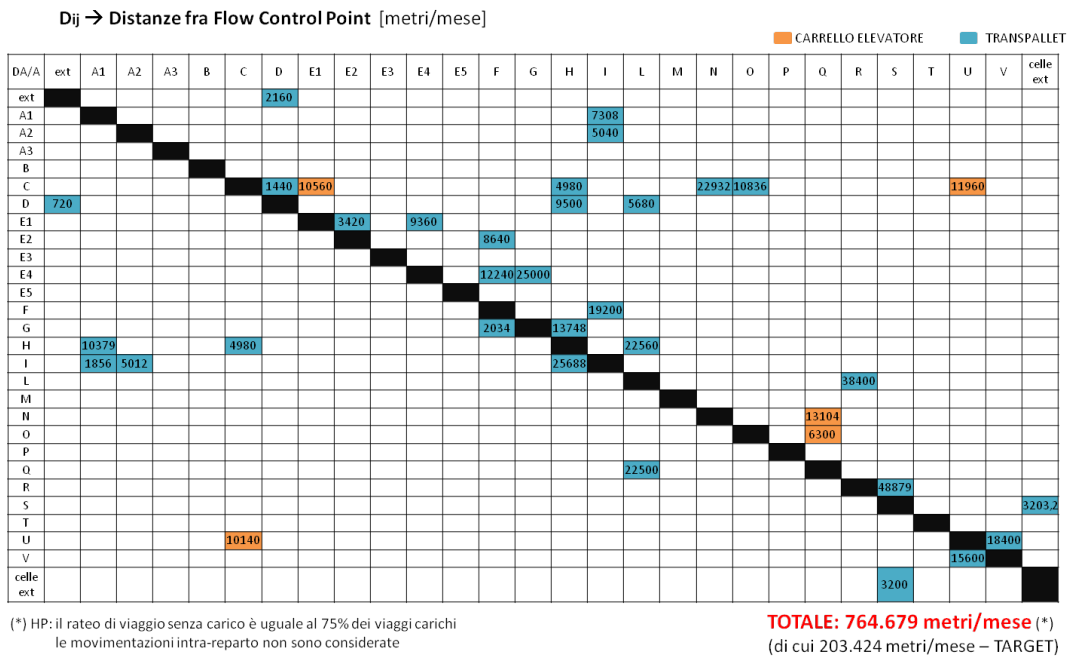
**TOTALE: 27.143 viaggi/mese (\*)**  
(di cui 4.820 viaggi/mese – TARGET)

dij → Distanze fra Flow Control Point [metri/viaggio]



Moltiplicando il numero di viaggi per le distanze tra i vari Flow Control Point delle from-to chart precedenti si ottiene la from-to chart dei flussi totali.

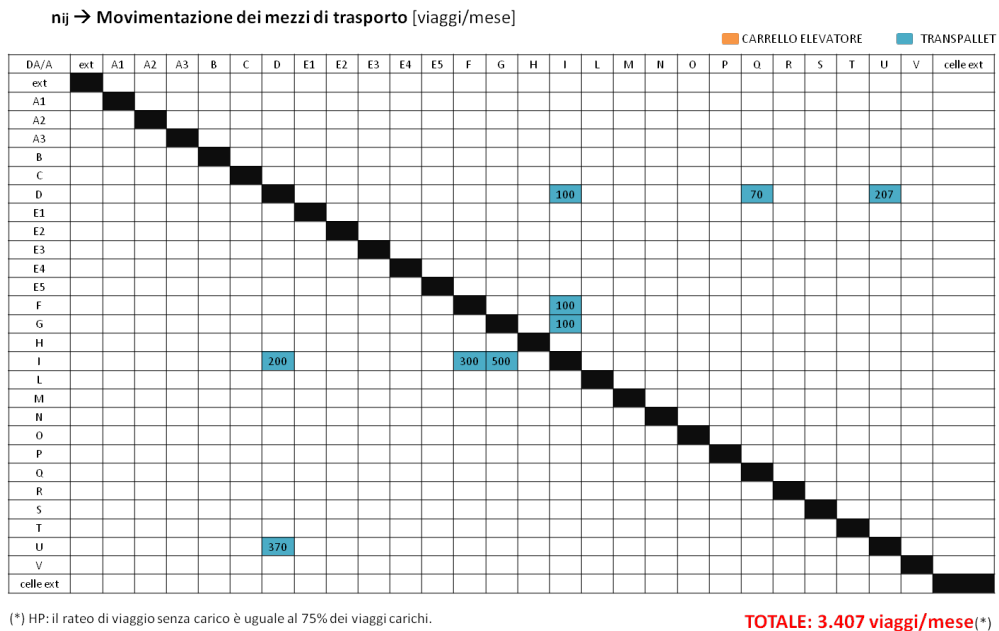




Per il calcolo del costo della politica di trasporto degli imballi si è proceduto allo stesso modo, distinguendo tra gestione interna e gestione esterna (navettaggio).

Anche in questi casi si è proceduto con la costruzione delle from-to chart delle distanze e dei viaggi come visto in precedenza.

**CALCOLO DEL COSTO DELLA POLITICA DI TRASPORTO – Imballi**



dij → Distanze fra Flow Control Point [metri/viaggio]

DA/A	ext	A1	A2	A3	B	C	D	E1	E2	E3	E4	E5	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	celle ext		
ext	■																													
A1	■	■																												
A2		■	■																											
A3			■	■																										
B				■	■																									
C					■	■																								
D						■	■									40					92					38				
E1							■	■																						
E2								■	■																					
E3									■	■																				
E4										■	■																			
E5											■	■																		
F												■	■			48														
G													■	■		64														
H														■	■															
I															■	■														
J																40	64													
L																	■	■												
M																		■	■											
N																			■	■										
O																				■	■									
P																					■	■								
Q																						■	■							
R																							■	■						
S																								■	■					
T																									■	■				
U																										■	■			
V																											■	■		
celle ext																											■	■		

Dij → Distanze fra Flow Control Point [metri/mese]

DA/A	ext	A1	A2	A3	B	C	D	E1	E2	E3	E4	E5	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	celle ext		
ext	■																													
A1	■	■																												
A2		■	■																											
A3			■	■																										
B				■	■																									
C					■	■																								
D						■	■									4000					6440					7866				
E1							■	■																						
E2								■	■																					
E3									■	■																				
E4										■	■																			
E5											■	■																		
F												■	■			4800														
G													■	■		6400														
H														■	■															
I															■	■														
J																8000	14400	32000												
L																	■	■												
M																		■	■											
N																			■	■										
O																				■	■									
P																					■	■								
Q																						■	■							
R																							■	■						
S																								■	■					
T																									■	■				
U																										■	■			
V																											■	■		
celle ext																											■	■		

(\*) HP: il rateo di viaggio senza carico è uguale al 75% dei viaggi carichi.

**TOTALE: 206.406 metri/mese (\*)**

Dalla raccolta di questi dati e da quelli del paragrafo precedente si è potuto quindi calcolare il costo metrico dei sistemi di trasporto comprensivo dei costi per i mezzi e per la MdO. Per fare ciò si è supposto che i transpallet ed i carrelli elevatori siano in trasporto effettivo per il 50% del tempo, che i transpallet abbiano una velocità di 3 km/h e che i carrelli elevatori si muovano ad una velocità 10 km/h.

Inoltre si è ipotizzato (in seguito a rilevazioni fatte sul campo) un rateo di viaggi a vuoto per le movimentazioni interne pari al 75% dei viaggi a carico, mentre per i viaggi di navettaggio da e verso i magazzini Ex-Polli ed Ex-Ghigi il rateo è pari al 100% dei viaggi a carico.

MEZZI DI TRASPORTO											
Cij → Costi sistemi di trasporto [€ /metro]											
Transpallet Mec3	Ammort. [€/a] (*)	Noleggio [€/a]	Manut./Ass./Bollo [€/a]	Costo annuo unit [€/a-T]	Costo orario [€/h-T]/[€/h-op]	Velocità [Km/h]	Distanza [m/h-T] (1)			Costo metro [€/m-T]	
Transpallet	13.100	2.450	15.612	1.792	1.163						
MdO					16,6	3	1.512			0,0117	
TOTALE					17,763						
Carrello Mec3	Ammort. [€/a] (*)	Noleggio [€/a]	Manut./Ass./Bollo [€/a]	Costo annuo unit [€/a-C]	Costo orario [€/h-C]/[€/h-op]	Velocità [Km/h]	Distanza [m/h-C] (1)			Costo metro [€/m-C]	
Carrello	18.900	3.010	12.685	2.661	1.872						
MdO					16,6	10	5.040			0,00367	
TOTALE					18,472						
Furgonato Mec3 (4)	Carburante [€/a]	Pedaggio [€/a]	Manut./Ass./Bollo [€/a]	Ammort. [€/a] (*)	Costo annuo [€/a]	Tciclo [min/viaggio]	Viaggi/giorno	Viaggi/h	m/viaggio	Costo annuo [€/a] (5)	Costo metro [€/m]
Furgonato (3)	3.689	395	4.561	2.000	10.645						
MdO						40,7	0,7	0,0875	284	2.373	0,0542
TOTALE											
Telonato Mec3 (4)	Carburante [€/a]	Pedaggio [€/a]	Manut./Ass./Bollo [€/a]	Ammort. [€/a] (*)	Costo annuo [€/a]	Tciclo [min/viaggio]	Viaggi/giorno	Viaggi/h	m/viaggio	Costo annuo [€/a] (5)	Costo metro [€/m]
Telonato (3)	1.240	210	1.551	2.000	5.001						
MdO						17,1	10,2	1,3	258,4	12.439	0,0214
TOTALE											

**HP1: VIAGGI A VUOTO PARI AL 100% DEI VIAGGI A CARICO (DA E PER IL MAGAZZINO EX GHIGI)**

**HP2: VIAGGI A VUOTO PARI AL 75% DEI VIAGGI A CARICO (PER MOVIMENTAZIONI INTERNE)**

(1) Si suppone che il transpallet ed il carrello siano in trasporto effettivo per il 50% del tempo.  
(2) Sono stati considerati 62€/tonnellata sulla quantità venduta (8.872 MKg) e 63€/tonnellata sulla quantità confezionata (4.266 MKg).  
(3) Il furgonato si reca solo al Magazzino ex-Ghigi, mentre il telonato va il 60% delle volte al Magazzino ex-Ghigi ed il 40% al Magazzino dei Polli.  
(4) I dati relativi ai viaggi derivano da un file di rilevazione compilato da Ing. Pagnini  
(5) Il costo annuo si riferisce esclusivamente all'impiego dei mezzi per il navettaggio  
(\*) Cautelativamente, quote di ammortamento ancora in essere  
Da considerarsi inoltre un canone di 43.000 €/anno riconosciuto a Target per manutenzione flotta dei carrelli in uso a Target di proprietà Mec3

Figura 33 – Costi sistemi di trasporto

#### 4.4.2. Politica di trasporto attuale

Le principali ipotesi adottate nella formulazione dei calcoli sono state:

- Considerare un tempo di esercizio pari ad 11 mesi all'anno
- Considerare i viaggi a vuoto pari al 75% dei viaggi a carico per quanto riguarda le movimentazioni interne e pari al 100% per quanto riguarda il navettaggio esterno (rilevazioni sperimentali).

Come si può vedere di seguito, ai fini del calcolo si sono suddivisi i mondi della movimentazione interna (MP e PF da una parte e imballi dall'altra) e del navettaggio

POLITICA DI TRASPORTO– Movimentazione interna MP e PF

ID	FAMIGLIA	METRI TARGET [m/mese]	METRI MEC3 [m/mese]		TOTALE [m/mese]
			CARRELLO ELEVATORE	TRANSPALLET	
F1	OUTSOURCING	9.800	-	18.725	28.525
F2	CONTO LAVORO	6.440	2.730	37.030	46.200
F3	POLVERI	76.671	69.902	153.769	300.342
F4	PASTE GRASSE	51.713	15.960	136.612	204.285
F5	PASTE CONCENTRATE	58.800	2.520	124.007	185.327
TOTALE		203.424	91.112	470.143	<b>764.679</b>

**561.255**

DISTANZE PERCORSE:

$$D_{ij} = \sum n_{ij} \times d_{ij}$$

$$D_{ij} \approx 561 \text{ Km/mese} \approx 6.174 \text{ Km/anno (hp: 220 giorni/anno)}$$

COSTI SOSTENUTI:

$$C_{ij} = \sum n_{ij} \times d_{ij} \times c_{ij}$$

$$C_{ij} \approx 5.838 \text{ €/mese} \approx 64.218 \text{ €/anno (hp: 220 giorni/anno)}$$

NB: i metri percorsi da TARGET non sono stati inseriti nel calcolo dei costi sostenuti.

POLITICA DI TRASPORTO– Movimentazione interna imballi

ID	FAMIGLIA	Quantità prodotta annua [%]	METRI TARGET [m/mese]	METRI MEC3 [m/mese]	
				CARRELLO ELEVATORE	TRANSPALLET
F1	OUTSOURCING	4,2%	-	-	8.669
F2	CONTO LAVORO	3,5%	-	-	7.224
F3	POLVERI	46,7%	-	-	93.392
F4	PASTE GRASSE	21,2%	-	-	43.758
F5	PASTE CONCENTRATE	24,4%	-	-	50.363
TOTALE		1	-	-	<b>206.406</b>

DISTANZE PERCORSE:

$$D_{ij} = \sum n_{ij} \times d_{ij}$$

$$D_{ij} \approx 207 \text{ Km/mese} \approx 2.270 \text{ Km/anno (hp: 220 giorni/anno)}$$

COSTI SOSTENUTI:

$$C_{ij} = \sum n_{ij} \times d_{ij} \times c_{ij}$$

$$C_{ij} \approx 2.415 \text{ €/mese} \approx 26.565 \text{ €/anno (hp: 220 giorni/anno)}$$

## POLITICA DI TRASPORTO – Navettaggio

ID	FAMIGLIA	Quantità prodotta annua [%]	METRI TARGET [m/mese]	METRI MEC3 [m/mese]	
				FURGONATO	TELONATO
F1	OUTSOURCING	4,2%	-	334	4.425
F2	CONTO LAVORO	3,5%	-	278	3.688
F3	POLVERI	46,7%	-	3.714	49.211
F4	PASTE GRASSE	21,2%	-	1.686	22.340
F5	PASTE CONCENTRATE	24,4%	-	1.940	25.712
TOTALE		1	-	7.952	105.376
				<b>113.328</b>	

### DISTANZE PERCORSE:

$$D_{ij} = \sum n_{ij} \times d_{ij}$$

$$D_{ij} \approx 113 \text{ Km/mese} \approx 1.247 \text{ Km/anno (hp: 220 giorni/anno)}$$

### COSTI SOSTENUTI:

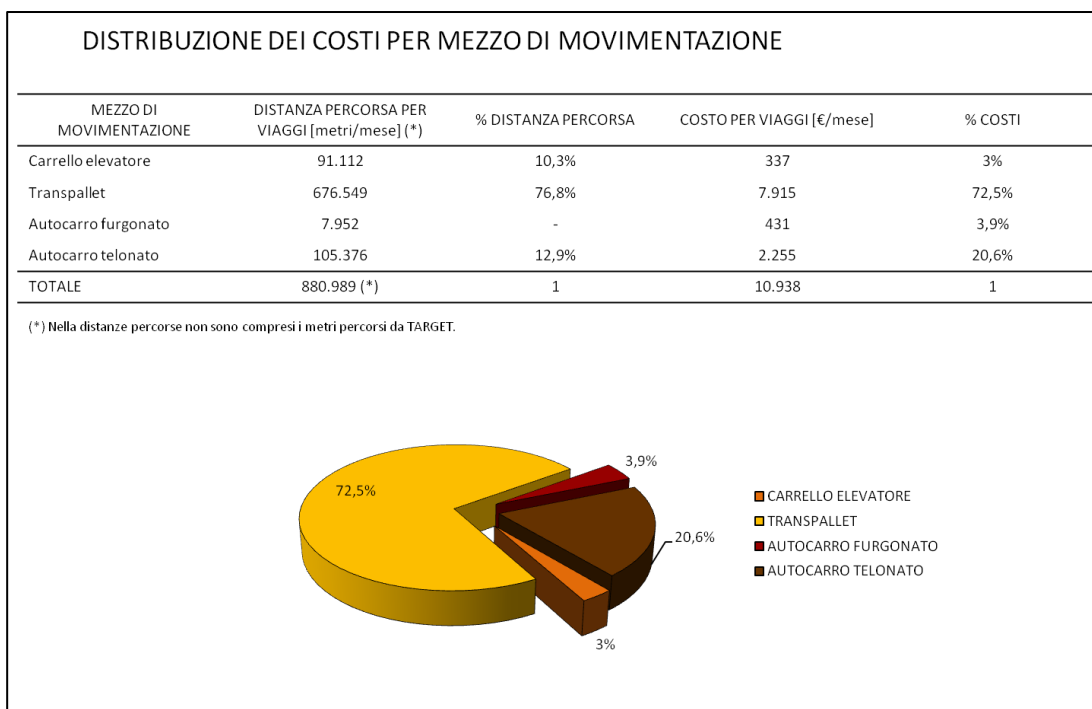
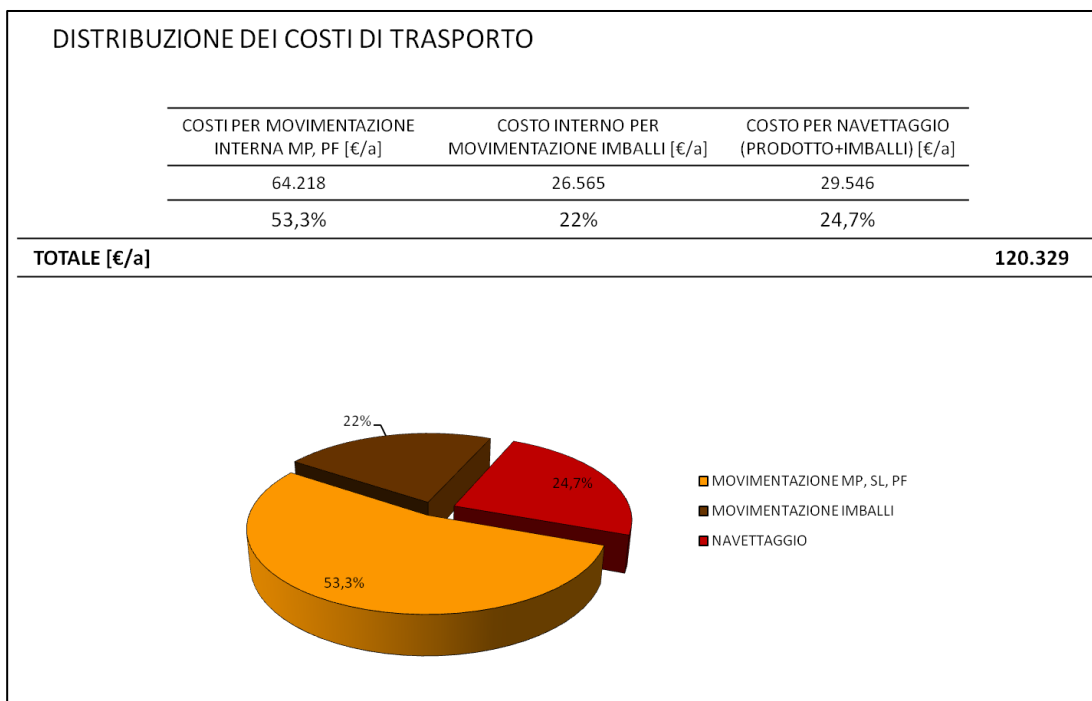
$$C_{ij} = \sum n_{ij} \times d_{ij} \times c_{ij}$$

$$C_{ij} \approx 2.686 \text{ €/mese} \approx 29.546 \text{ €/anno (hp: 220 giorni/anno)}$$

NB: i metri percorsi dagli autocarri di TARGET non sono stati inseriti nel calcolo dei costi sostenuti.

#### 4.4.3. Distribuzione dei costi e delle distanze

Grazie alle from-to e ai calcoli sulla politica di trasporto riusciamo a rilevare come sono distribuiti i costi per mezzo di trasporto e per famiglia:



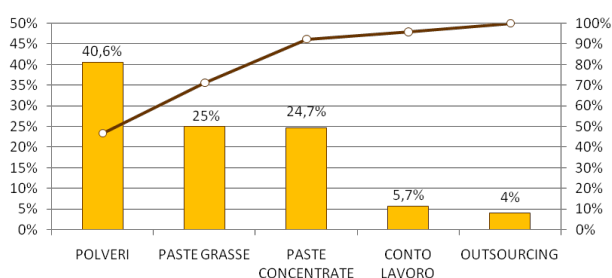
## DISTRIBUZIONE DEI COSTI PER FAMIGLIA

ID	FAMIGLIA	METRI PERCORSI [metri/mese] (1)	INCIDENZA METRI PERCORSI TOTALE [%]	COSTO PER TRASPORTI [€/mese]	INCIDENZA SU COSTO PER TRASPORTI TOTALE [%]	% Q.TÀ PRODOTTA
F1	OUTSOURCING	32.153	3,6%	433	4%	4,2%
F2	CONTO LAVORO	50.950	5,8%	622	5,7%	3,5%
F3	POLVERI	372.988	42,4%	4.440	40,6%	46,7%
F4	PASTE GRASSE	220.356	25%	2.739	25,0%	24,4%
F5	PASTE CONCENTRATE	204.542	23,2%	2.705	24,7%	21,2%
F7	KIT (2)	-	-	-	-	8,8%
TOTALE		880.989	1	10.939	1	1

(1) Sono la somma dei metri percorsi per movimentazione interna, per imballaggi e per il navettaggio, esclusi i mezzi TARGET.

(2) Ikit sono composti da polveri, paste grasse e concentrate, già contabilizzate nelle rispettive famiglie. Rappresentano, comunque l'8,8% del totale.

INCIDENZA FAMIGLIE SU COSTI DI TRASPORTO



Di seguito si può vedere come sono distribuite le distanze:

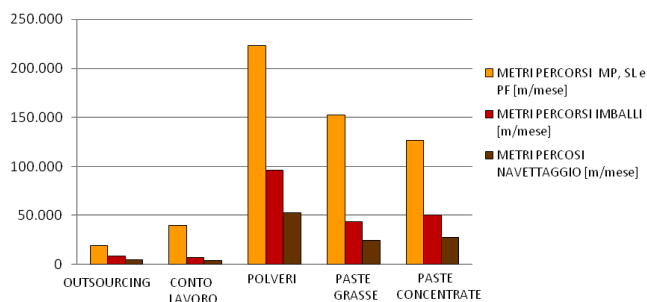
## DISTRIBUZIONE DELLE DISTANZE

ID	FAMIGLIA	METRI PERCORSI MP, SL, PF [m/mese] (1)	METRI PERCORSI IMBALLI [m/mese]	METRI PERCORSI NAVETTAGGIO [m/mese]	% Q.TÀ PRODOTTA
F1	OUTSOURCING	18.725	8.669	4.759	4,2%
F2	CONTO LAVORO	39.760	7.224	3.966	3,5%
F3	POLVERI	223.671	96.392	52.925	46,7%
F4	PASTE GRASSE	152.572	43.758	24.026	24,4%
F5	PASTE CONCENTRATE	126.527	50.363	27.652	21,2%
F7	KIT (2)	-	-	-	8,8%
TOTALE		561.255	206.406	113.328	1

(1) Sono la somma dei metri percorsi per movimentazione interna, per imballaggi e per il navettaggio, esclusi i mezzi TARGET.

(2) Ikit sono composti da polveri, paste grasse e concentrate, già contabilizzate nelle rispettive famiglie. Rappresentano, comunque l'8,8% del totale.

METRI PERCORSI PER MP, SL e PF, PER IMBALLI E PER NAVETTAGGIO



#### 4.4.4. Filiera degli imballi e loro gestione

E' stato interessante approfondire l'analisi della gestione degli imballi da parte di MEC3. In particolare si è proceduto facendo un'analisi riguardo al numero di codici gestiti e riguardo alla relazione tra imballi primari e secondari. L'analisi ha portato ad identificare 101 differenti codici di imballi primari, ma, di questi, solo 54 (~53%) differiscono per dimensioni e portata. Per quanto riguarda gli imballi secondari, invece, si sono identificati 36 codici diversi.

Dalla figura seguente il legame tra imballo primario e imballo secondario appare fuori controllo. Si può notare, infatti, come lo stesso codice di imballo primario possa essere contenuto in differenti codici di imballo secondario e come in molti casi ci sia una rapporto 1:1 tra imballo secondario e imballo primario.

Questo avviene sia perché alcuni imballi (sia primari sia secondari) sono personalizzati, sia perché alcuni imballi sono serigrafati e quindi possono essere utilizzati per un unico codice di prodotto finito, sia perché gli imballi generici, soprattutto secondari, differiscono tra loro anche solo per pochi mm.

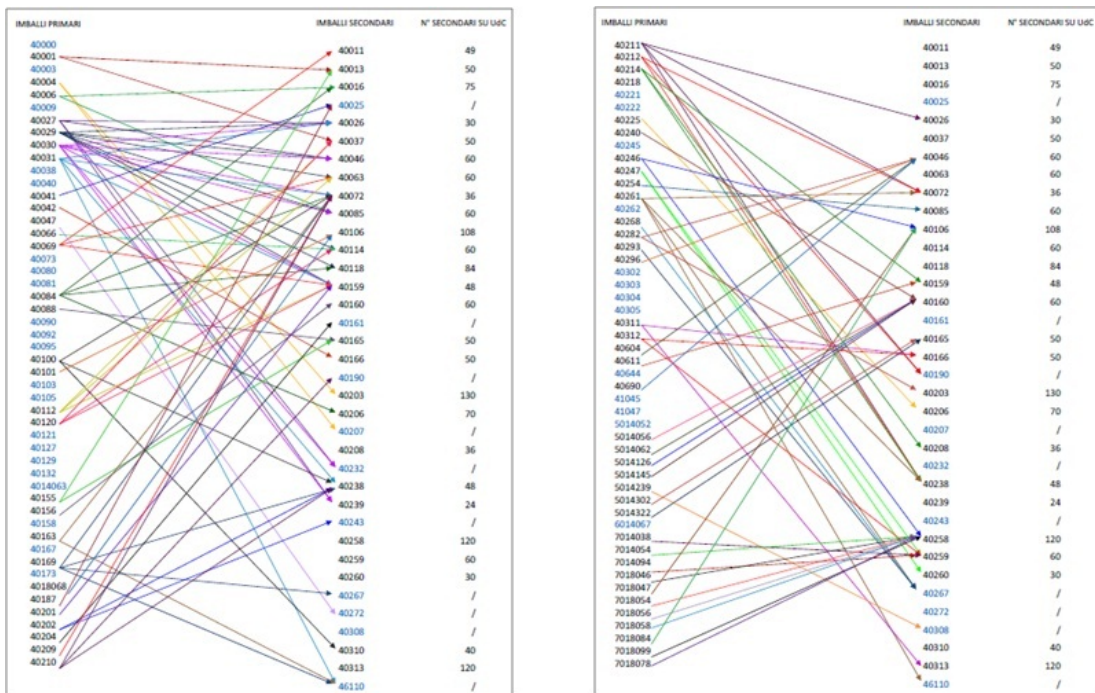


Figura 34 – Legame tra imballo primario e imballo secondario



Questa varietà di codici rende complicata la gestione della dimensione logistica di Mec3 dando luogo a grosse inefficienze e creando diverse criticità, tra cui:

- ricorso a depositi esterni con conseguente duplicazione di risorse umane e mezzi di trasporto
- alti costi di trasporto per il navettaggio
- alti costi di gestione
- ritardi nella consegna degli imballi ai reparti produttivi
- reflussi al I° piano
- stock-out
- difficoltà di tracciabilità con sistemi informativi
- presenza di diverse etichette aggiunte manualmente a posteriori
- rischio di contaminazioni

A questo punto si è calcolato il costo di questa gestione degli imballi, considerando solo la dimensione “esterna” in quanto quella interna è stata calcolata in precedenza. Per fare ciò si è calcolata la quota di “navettaggio” direttamente generata dalla movimentazione degli imballi, allo stesso modo si è calcolata la quota di costo del carrello elevatore del magazzino Ex-Ghigi riconducibile alla movimentazione degli imballi ed, infine, si è calcolato il costo degli edifici.

Per il magazzino Ex-Ghigi viene pagato un canone di locazione pari a 75.000 €/anno, ma si è supposto che solo il 25% di questa cifra sia da ricondurre alla gestione degli imballi in quanto questi ultimi occupano il 25% circa della superficie totale.

Per quanto riguarda, invece, il magazzino Ex-Polli, questo è stato acquistato da terzi, insieme ad altri due edifici identici. L’acquisto rientra all’interno di un’acquisizione più ampia del valore di 1.200.000 €, che comprende il terreno su cui sorgono i tre edifici e su cui sorgerà l’ampliamento futuro dello stabilimento. Oltre al costo d’acquisto si è considerato anche il costo della ristrutturazione dell’edificio (200.000 € per la ristrutturazione di 2 edifici, di cui il 75% è allocabile all’edificio utilizzato come magazzino).

Di seguito si riporta il riepilogo del calcolo del costo di questa gestione:

## COSTO GESTIONE "ESTERNA" IMBALLI

COSTO GESTIONE IMBALLI	[€/anno]
Navettaggio (con anche operatore)	21.864
Transpallet usato dall'operatore imballi	2.047
Carrello elevatore Magazzino Polli	3.296
Carrello elevatore II° piano	3.296
Carrelli elevatore per lo scarico in accettazione (allocato solo per il tempo di scarico)	87
Carrello elevatore Magazzino ex-Ghigi (allocato per il 40% agli imballi)	1.318
Affitto Magazzino ex-Ghigi (allocato per il 25% del costo annuo agli imballi)	18.750
Ammortamento Magazzino Polli (25 anni) (1)	23.000 (2)

(1) È stato accreditato anche il terreno.

(2) Nella quota di ammortamento del Magazzino Polli, è incluso anche il costo dovuto alla ristrutturazione del capannone  
\* solo mezzo di movimentazione

**Costo annuo della gestione esterna imballi = 73.658 €/anno**

**Costo annuo della gestione interna imballi = 26.565 €/anno** (da preced. analisi)

Come si può vedere, la gestione degli imballi ha un costo annuo totale di 100.223 €, di cui 58.473 € solo per le movimentazioni.

Un'altra importante criticità dovuta a questa inefficiente gestione degli imballi è la mancanza di tracciabilità delle quantità per quanto riguarda la totalità degli imballi secondari e buona parte degli imballi primari. Questo comporta delle difficoltà negli approvvigionamenti, che quindi generano ingenti fluttuazioni nelle giacenze alternando eccessi di stock a rotture di stock, oltre a difficoltà nel monitorare i codici obsoleti.

#### 4.4.5. Applicazione della piattaforma simulativa LRP 2.00

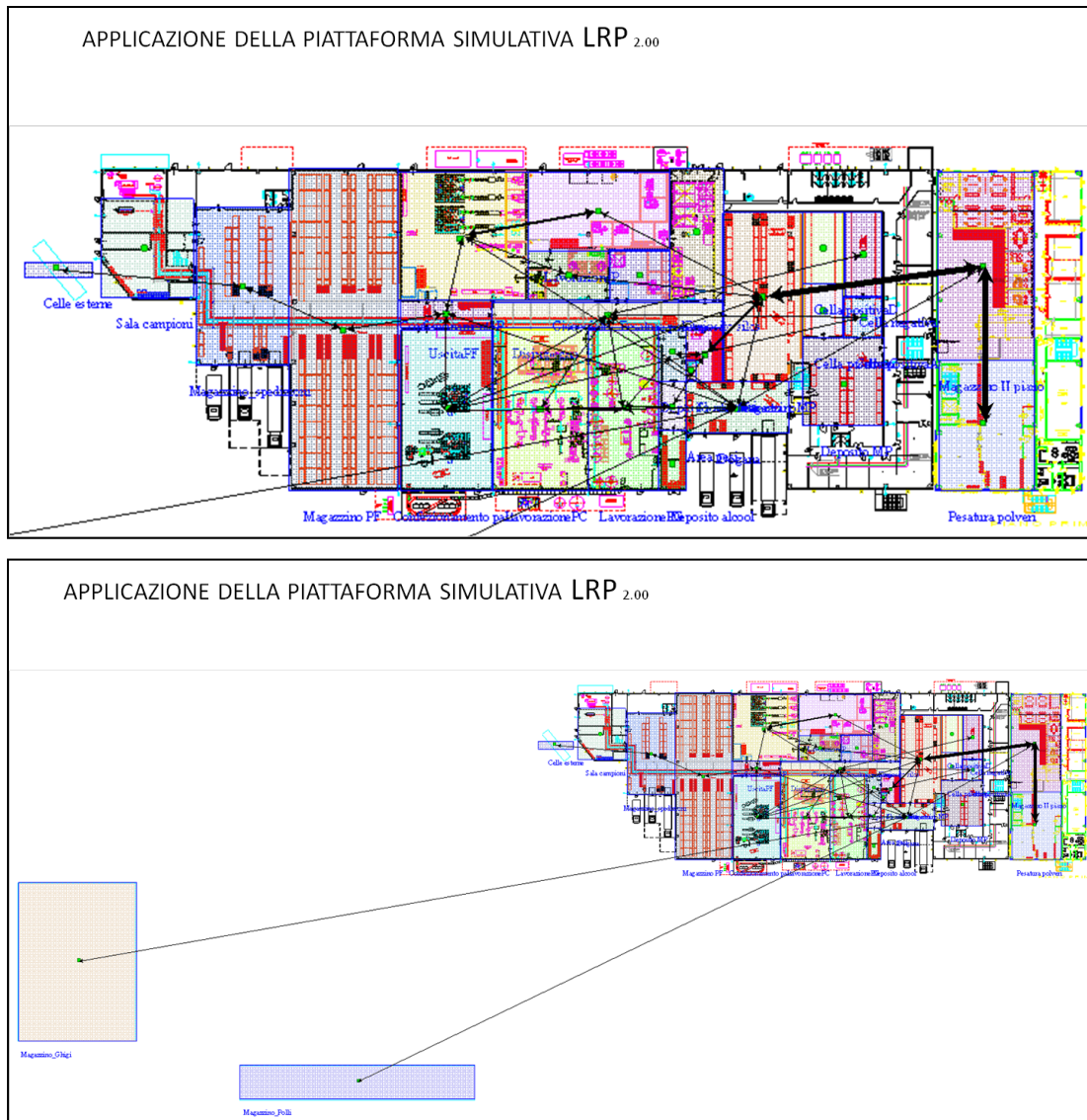


Figure 35 e 36 – Analisi dei flussi tra FCP

LRP non solo permette di misurare le funzioni obiettivo step by step, ma permette di visualizzare l'entità dei flussi tra reparti e fcp utilizzando frecce (vedi figg. 35 e 36). Maggiore è il flusso in viaggi/mese tra due reparti, maggiore è la larghezza della freccia che li collega. Durante lo sviluppo delle nuove alternative di layout sarà opportuno andare ad agire su quei collegamenti che risultano distanti (lunghi) e larghi.

## **4.5. MAPPATURA DELLE AREE DI LAVORAZIONE, DEI MAGAZZINI/AREE INTEROPERAZIONALI E DEI MAGAZZINI DEDICATI**

In assenza di una base dati informatizzata è necessario andare ad effettuare la mappatura delle aree direttamente *sul campo*. Il livello di dettaglio di questa analisi deve essere il più approfondito possibile (fino al pallet); bisogna tracciare una “*fotografia*” del layout per capire quali sono i vincoli, quali le problematiche e dove le aree risultano insufficienti.

### ***4.5.1. Aree di lavorazione***

Le aree di lavorazione possono essere misurate con AutoCAD per mezzo dello strumento di “Area”. Punto per punto si va a tracciare un perimetro virtuale; il programma calcola automaticamente l’area contenuta nel perimetro tracciato. E’ utile andare a disegnare direttamente sulla pianta i confini considerati tra un reparto e l’altro al fine di semplificare le successive operazioni di mappatura delle aree interoperazionali, e di non commettere errori di valutazione quando si andranno a formulare nuove alternative.

Per vedere la suddivisione operata ed il relativo elenco dei reparti con le corrispondenti aree in m<sup>2</sup> si rimanda alla Fig. 25, pag. 59.

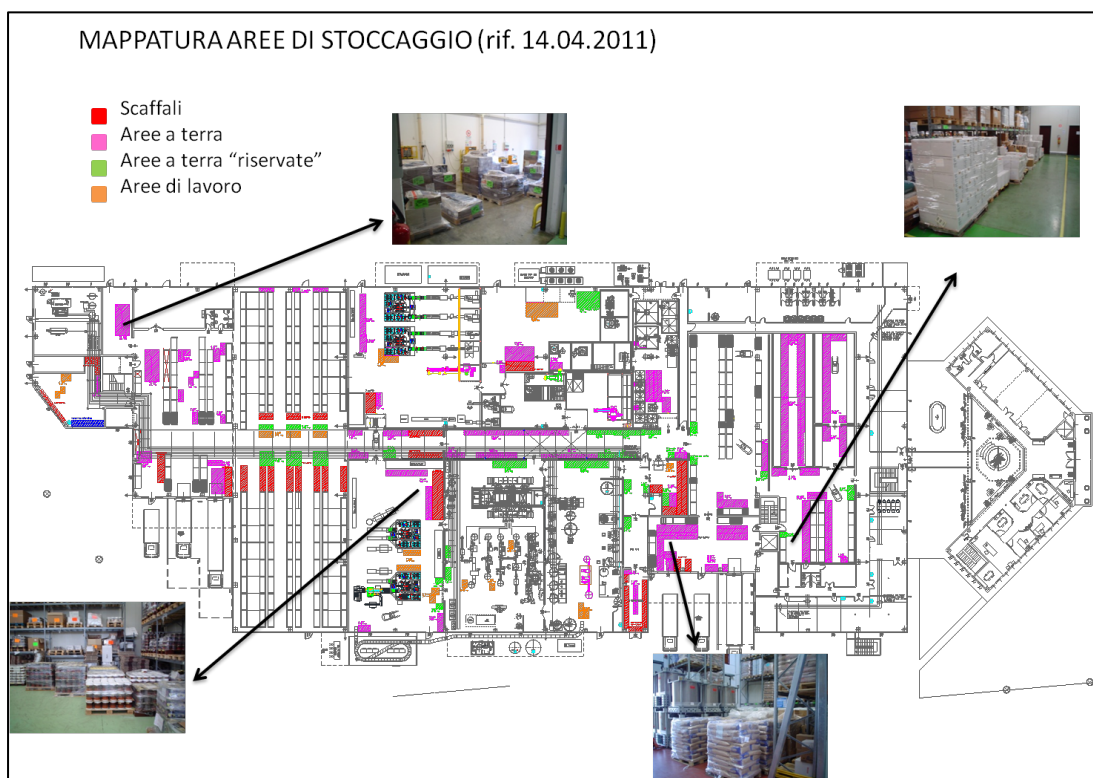
### ***4.5.2. Aree di Stoccaggio: mappatura della capacità di contenimento dei materiali***

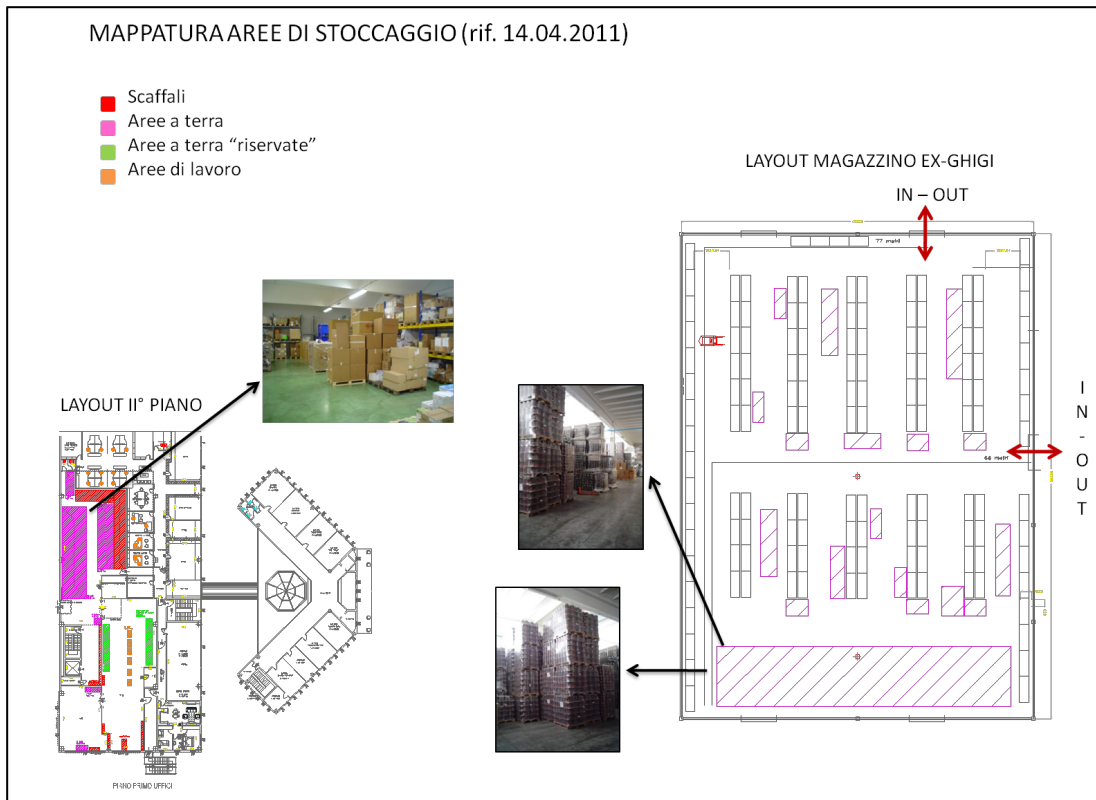
La merce viene stoccata in appositi *magazzini scaffalati* o in *aree a terra*. Particolari difficoltà su questo fronte sono state segnalate dalla direzione aziendale: vi è uno stato di saturazione dei posti pallet disponibili, per cui è fondamentale andare a monitorare direttamente sul campo qual è l’entità dei disagi e come intervenire.

Visitando lo stabilimento di Mec3 è facile rendersi conto che un’altra criticità per l’azienda consiste nella congestione degli spazi. Tutte le aree dello stabilimento,

infatti, dalle aree di stoccaggio alle aree di lavoro ai magazzini interoperazionali, appaiono essere in sofferenza, con conseguente occupazione di aree a terra non dedicate allo stoccaggio di materiali con bancali di materiali di vario genere.

Di seguito si riporta la mappatura delle aree di stoccaggio, distinguendo tra scaffali, aree a terra “riservate”, aree a terra occupate da bancali ma non riservate e aree di lavoro. L’ampiezza di queste aree viene misurata sia in metri<sup>2</sup>, sia in numero di udc, in modo che il progettista del re-layout riesca ad effettuare le opportune conversioni per eventuali stoccaggi in scaffalatura.





**Figure 37 a,b – Mappatura aree di stoccaggio**

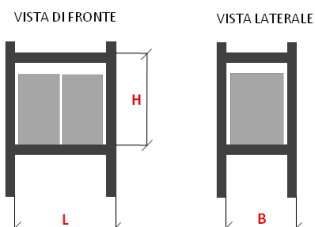
Come si può vedere, lo stoccaggio di materiale a terra in aree “non riservate” è una pratica trasversale a tutto lo stabilimento, dai magazzini, passando per i reparti produttivi fino ad aree non idonee (e.g. corridoi, locale ricarica carrelli) con possibili implicazioni sulla sicurezza.

A questo punto si è proceduto con un’analisi della capacità di contenimento disponibile sia all’interno dello stabilimento sia nei magazzini esterni. Di seguito i risultati da rilievi sul campo.

## CAPACITÀ DI CONTENIMENTO (rif. 14.04.2011)

Nello stabilimento ci sono diversi tipi di scaffalature: le scaffalature utilizzate per lo stoccaggio delle UdC, suddivise in tre tipologie, in base alla capacità di stoccaggio di UdC, e le scaffalature utilizzate per lo stoccaggio di merce più piccola (e.g. i campioni). In tabella si riportano le dimensioni degli scaffali:

TIPO SCAFFALATURA	L [mm]	H [mm]	B [mm]
1 UdC	1.100	1.700	1.000
2 UdC	2.200	1.700	1.000
3 UdC	3.000	1.700	1.000
Scaffalature per campioni	1.450	600	800



SCAFFALATURA 1 UdC



SCAFFALATURA 2 UdC



SCAFFALATURA 3 UdC



SCAFFALATURA PER CAMPIONI



## CAPACITÀ DI CONTENIMENTO (rif. 14.04.2011)



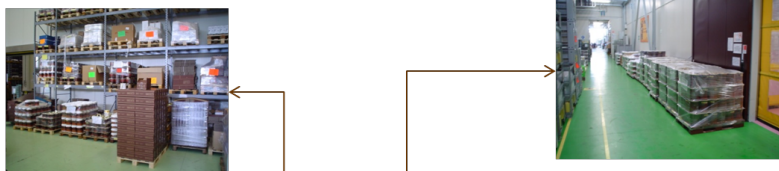
ID REPARTO	Cella positiva +4 A	Cella negativa -18	Cella positiva +15	Cella positiva +4 B	Deposito materie prime	Magazzino materie prime	Area dogana
DISPONIBILITÀ SCAFFALI [UdC]	36	84	80	44	114	428	105
UdC STOCCATE A SCAFFALI	30	76	80	42	108	416	76
% DI SATURAZIONE	83%	90%	100%	95%	95%	97%	72%
UdC A TERRA "RISERVATE"	-	-	-	-	3	6	-
m <sup>2</sup> UdC A TERRA "RISERVATE"	-	-	-	-	3,36	4,32	-
UdC A TERRA	7	24	24	24	36	12	45
m <sup>2</sup> UdC A TERRA	6,72	23,04	23,04	23,04	34,32	8,64	39,6
UDC A TERRA/UDC A TERRA "RISERVATE"	-	-	-	-	1200%	200%	-
UDC TOTALE/UDC A SCAFFALE+UDC A TERRA "RISERVATE"	123%	131,5%	130%	157,1%	132,4%	102,8%	159,2%

CAPACITÀ DI CONTENIMENTO (rif. 14.04.2011)



ID REPARTO	Sbancalam.	Deposito macchine	Colori	Area pesi	Deposito alcool	Lavorazioni paste grasse	Lavorazione paste concentrate
DISPONIBILITÀ SCAFFALI [UdC]	10		-			-	-
UdC STOCCATE A SCAFFALI	3		-			-	-
% DI SATURAZIONE	30%		-			-	-
UdC A TERRA "RISERVATE"	3	3	-	2	-	8	14
m <sup>2</sup> UdC A TERRA "RISERVATE"	2,88	2,88	-	2,4	-	7,68	10,56
UdC A TERRA	7	-	-	-	5	3	3
m <sup>2</sup> UdC A TERRA	6,72	-	-	-	4,8	2,88	2,88
UDC A TERRA/UDC A TERRA "RISERVATE"	233,3%	-	-	-	-	37,5%	21,4%
UDC TOTALE/UDC A SCAFFALE+UDC A TERRA "RISERVATE"	216,7%	-	-	-	-	137,5%	121,4%

CAPACITÀ DI CONTENIMENTO (rif. 14.04.2011)



ID REPARTO	Confezion. paste	Disimpegno	Uscita prodotti finiti	Deposito silos	Lavorazione polveri	Cioccolato	Pesatura polveri
DISPONIBILITÀ SCAFFALI [UdC]	80	-	36	-	12	-	-
UdC STOCCATE A SCAFFALI	59	-	32	-	12	-	-
% DI SATURAZIONE	74%	-	88%	-	100%	-	-
UdC A TERRA "RISERVATE"	2	22	2	-	silos	-	-
m <sup>2</sup> UdC A TERRA "RISERVATE"	1,92	23,3	2,4	-	13	-	-
UdC A TERRA	30	57	13	8	27	-	-
m <sup>2</sup> UdC A TERRA	24,52	45,32	8,64	9,6	18,72	-	-
UDC A TERRA/UDC A TERRA "RISERVATE"	1500%	259,1%	650%	-	-	-	-
UDC TOTALE/UDC A SCAFFALE+UDC A TERRA "RISERVATE"	149,2%	359%	138,2%	-	325%	-	-

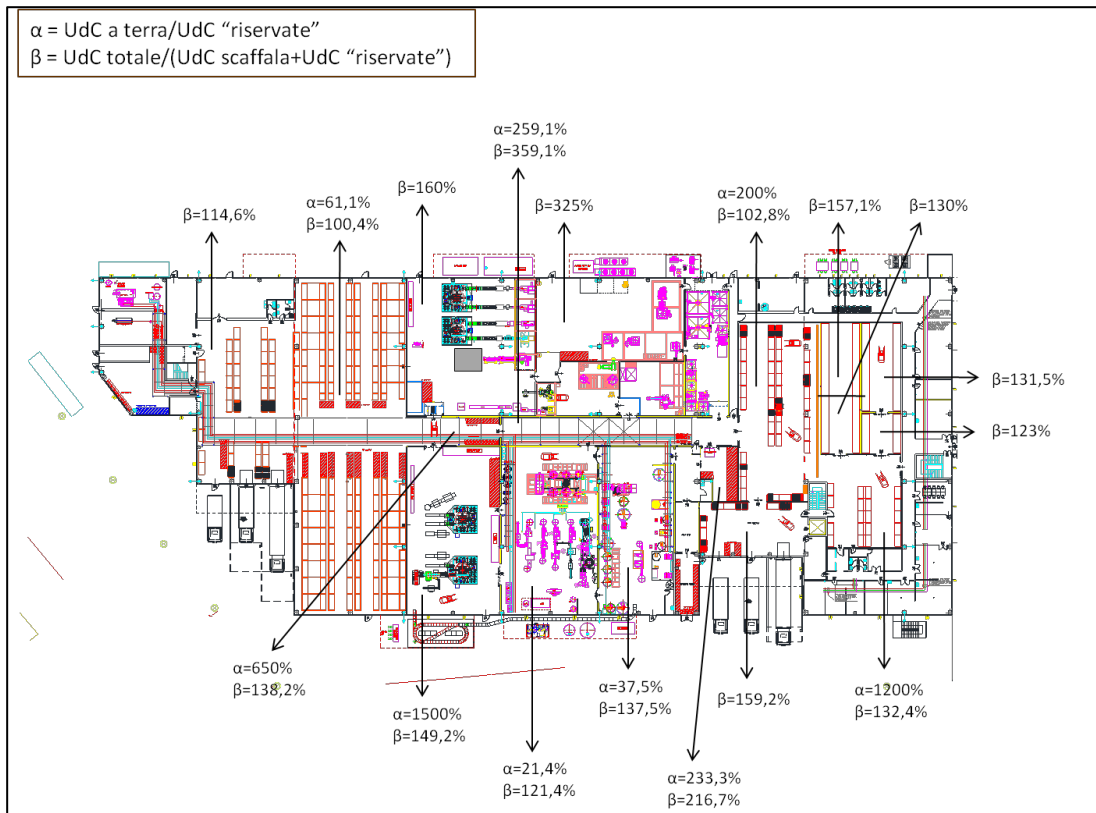


CAPACITÀ DI CONTENIMENTO (rif. 14.04.2011)



ID REPARTO	Confezion. polveri	Magazzino prodotti finiti	Magazzino spedizioni	Magazzino II piano	Pesatura polveri II piano	MAG. EX GHIGI	MAG. POLLI
DISPONIBILITÀ SCAFFALI [UdC]	43	3.256	351	47	-	1.830	CONTIENE IMBALLI ED È PIENO PER CIRCA IL 75÷80%
UdC STOCCATE A SCAFFALI	35	2.712	327	46	-	1.417	
% DI SATURAZIONE	81%	83%	93%	98%	-	77%	
UdC A TERRA "RISERVATE"	-	18	-	-	28	-	
m <sup>2</sup> UdC A TERRA "RISERVATE"	-	17,28	-	-	26,88	-	
UdC A TERRA	21	11	48	93	13	434	
m <sup>2</sup> UdC A TERRA	18	10,56	46,08	91,36	12,48	336	
UDC A TERRA/UDC A TERRA "RISERVATE"	-	61,1%	-	-	46,4%	-	-
UDC TOTALE/UDC A SCAFFALE+UDC A TERRA "RISERVATE"	160%	100,4%	114,6%	302,1%	-	130%	-

Come si può vedere dalle tabelle precedenti, la situazione appare abbastanza critica. Tutte le aree dello stabilimento presentano un indice di saturazione (dato dal rapporto tra le UDC totali presenti nell'area considerata e le UDC presenti negli scaffali e nelle aree "riservate") superiore al 100%.



**Figura 38 – Indici di saturazione delle capacità di contenimento**

#### ***4.5.3. Analisi degli indici di rotazione***

Un altro tipo di indagine svolta per determinare il livello di congestione degli spazi ed, in particolare, dei magazzini, è il calcolo degli indici di rotazione.

Anche in questo frangente si è potuto constatare una scarsa attenzione verso il monitoraggio dei parametri logistici, e solo dopo vari “ripulimenti” dei dati si sono potuti ottenere degli indici abbastanza attendibili, pur non ancora certi.

Le giacenze di tutti i codici di materie prime e prodotti finiti attivi nel 2010, le si sono calcolate partendo dalle giacenze di magazzino al 1/1/2010 e, per ogni mese e per ogni codice, si sono sommate e sottratte a queste rispettivamente i carichi e gli scarichi dello stesso mese. A questo punto si sono potute calcolare le giacenze medie e l’indice di rotazione dei magazzini come:

$$IR_i = \frac{\sum_j \text{venduto}_{ij}}{\text{giacenza media}_i}$$

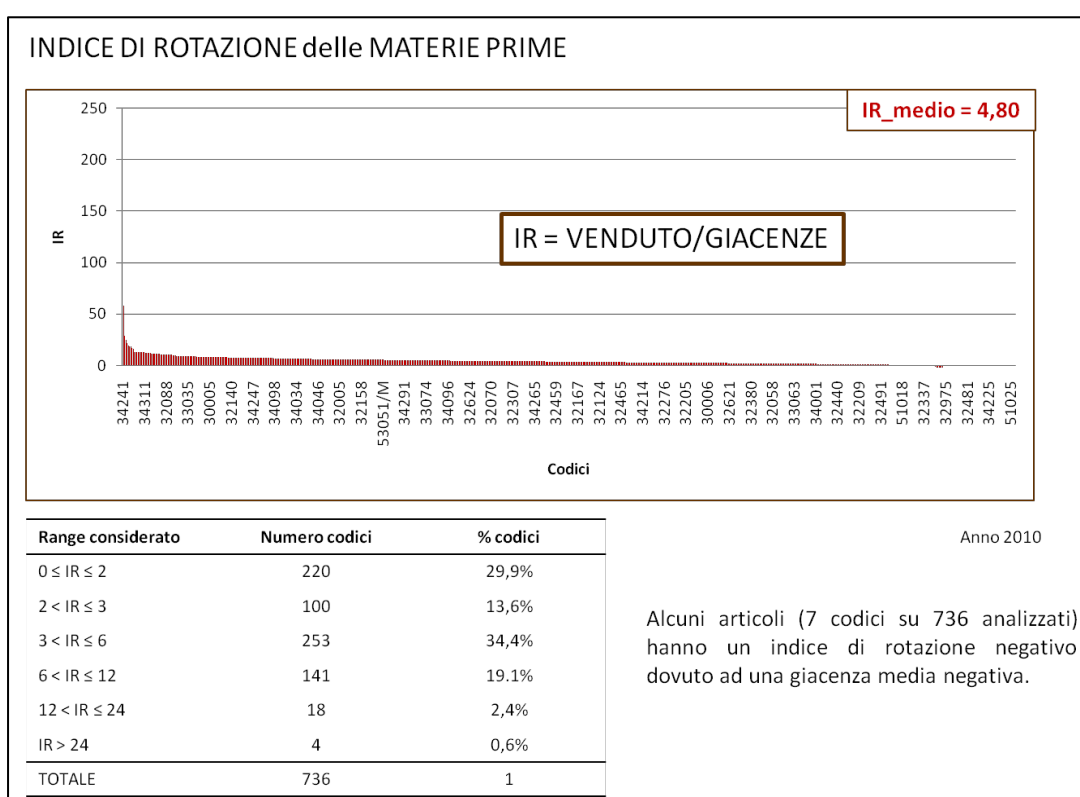
dove:

i = codice prodotto

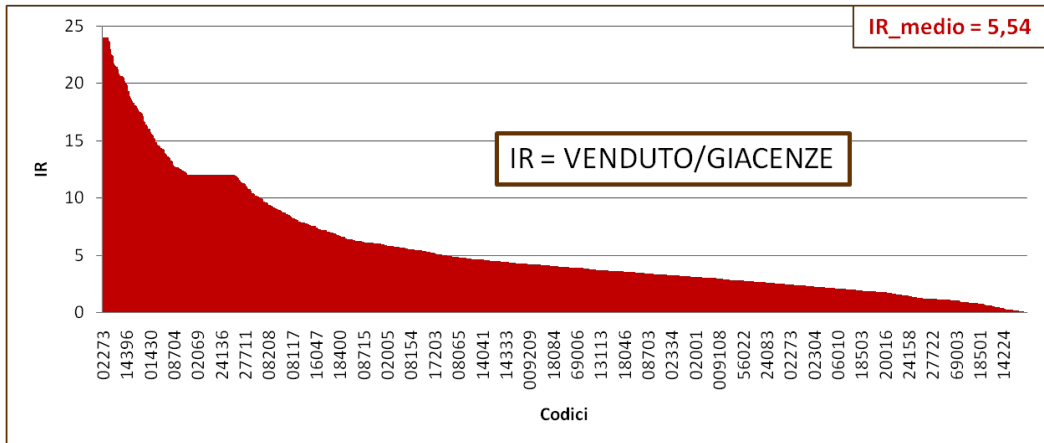
j = mesi (1,...,12)

Per le materie prime con “venduto” si intendono gli scarichi di magazzino per la produzione.

Di seguito si riportano le elaborazioni degli indici di rotazione:



## INDICE DI ROTAZIONE di PRODOTTI FINITI



Range considerato	Numero codici	% codici
0 ≤ IR ≤ 2	237	19,6%
2 < IR ≤ 3	178	14,7%
3 < IR ≤ 6	435	36%
6 < IR ≤ 12	247	20,4%
12 < IR ≤ 24	112	9,3%
TOTALE	1.209	1

### Nota

≈7,7% degli articoli vengono prodotti e venduti nello stesso mese  
La conseguenza è la generazione di IR molto elevati (scorporati dall'analisi)

Si è poi approfondita l'analisi sugli indici di rotazione dei prodotti finiti. In particolare si sono voluti evidenziare quei codici, e di conseguenza i relativi volumi, che sono stati caricati a magazzino in un certo mese in quantità comprese tra +20% e -20% del venduto dello stesso mese.

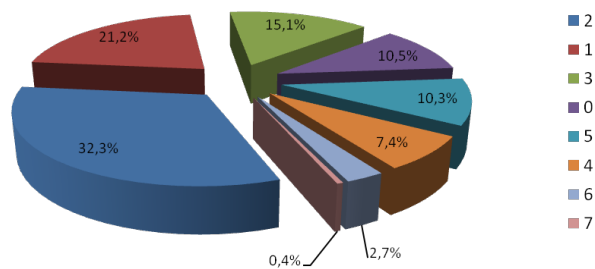
Si può notare come l'86% dei codici (più del 60% sul totale in quantità) venga regolarmente caricato a magazzino in quantità che si discostano notevolmente dalle quantità vendute entro il mese considerato.

Dopodichè si è indagato su quante volte all'anno viene caricato a magazzino ogni codice.

### INDICE DI ROTAZIONE di PRODOTTI FINITI – Anno 2010

HP: analisi ristretta ad articoli con IR compreso tra 0 e 24

Volte/anno in cui il carico è +20% sul venduto nello stesso mese	Numero codici	Kg/anno	% sul totale in quantità	IR_medio
0	461	877.154	10,5%	4,3
1	363	1.768.276	21,2%	5,4
2	190	2.689.660	32,3%	6,5
3	91	1.254.749	15,1%	7,8
4	34	617.166	7,4%	9,1
5	26	856.587	10,3%	11,2
6	7	228.355	2,8%	9,5
7	2	36.412	0,4%	12,9
TOTALE	1.174	8.328.359	1	

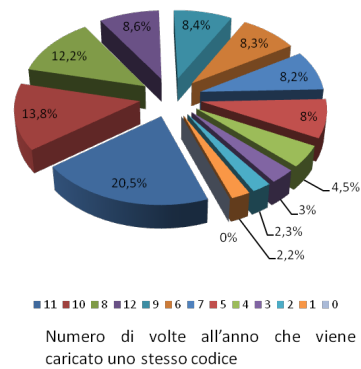


**Figura 39 – Codici caricati a magazzino in quantità +/- 20% del venduto del mese**

### INDICE DI ROTAZIONE di PRODOTTI FINITI – Anno 2010

HP: analisi ristretta ad articoli con IR compreso tra 0 e 24

Volte/anno in cui un codice viene caricato a magazzino	Numero codici	Kg/anno	% sul totale in quantità	IR_medio
0	-	-	-	-
1	351	185.796	2,2%	5,12
2	150	188.750	2,3%	5,54
3	134	246.978	3%	5,3
4	100	377.081	4,4%	5,18
5	110	664.366	8%	6,14
6	105	692.166	8,3%	6,06
7	68	686.331	8,2%	5,66
8	67	1.018.402	12,2%	5,98
9	39	700.007	8,4%	7,33
10	24	1.146.051	13,8%	6,88
11	16	1.696.200	20,5%	6,99
12	10	718.889	8,6%	8,19
TOTALE	1.174	8.321.017	1	



numero medio (sulle quantità) di carichi/anno per codice: 8,21

**Figura 40 – Numero di volte che un codice viene caricato a magazzino**

In seguito si è analizzata più nello specifico la disposizione fisica dei codici nel magazzino prodotti finiti. Il magazzino ha un fattore di forma  $q/p = 0,33$ , con scaffalature poste longitudinalmente al fronte su 17 campate e 8 corridoi.

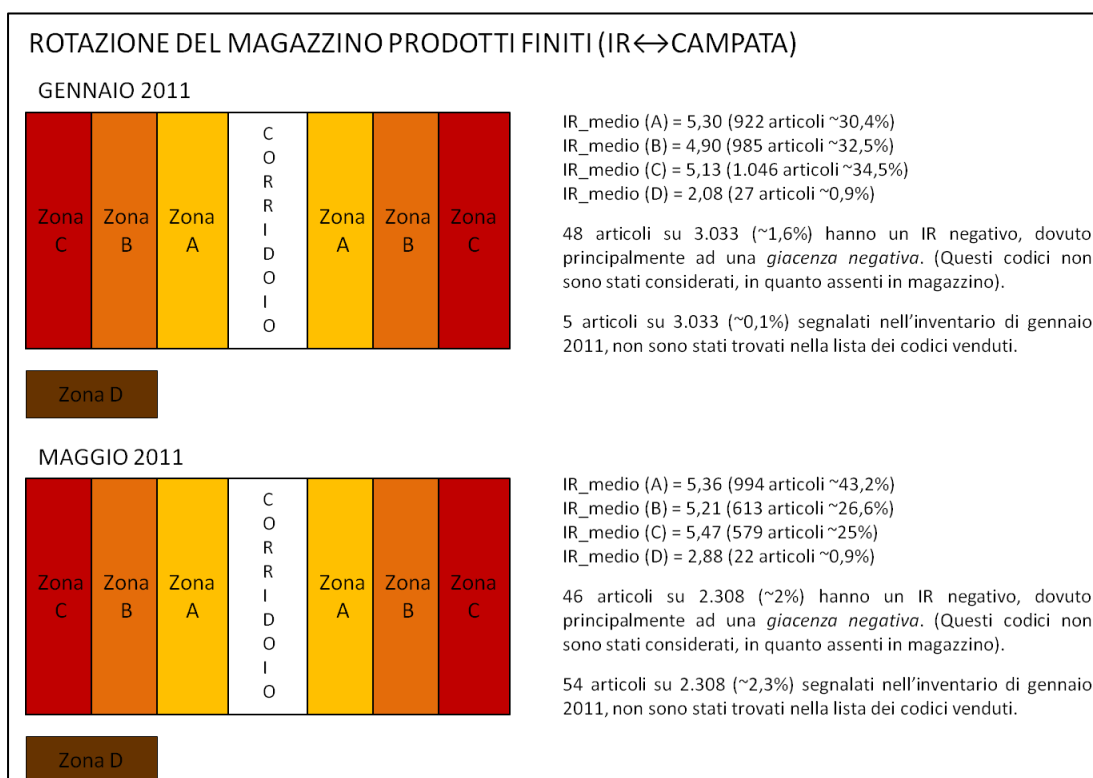
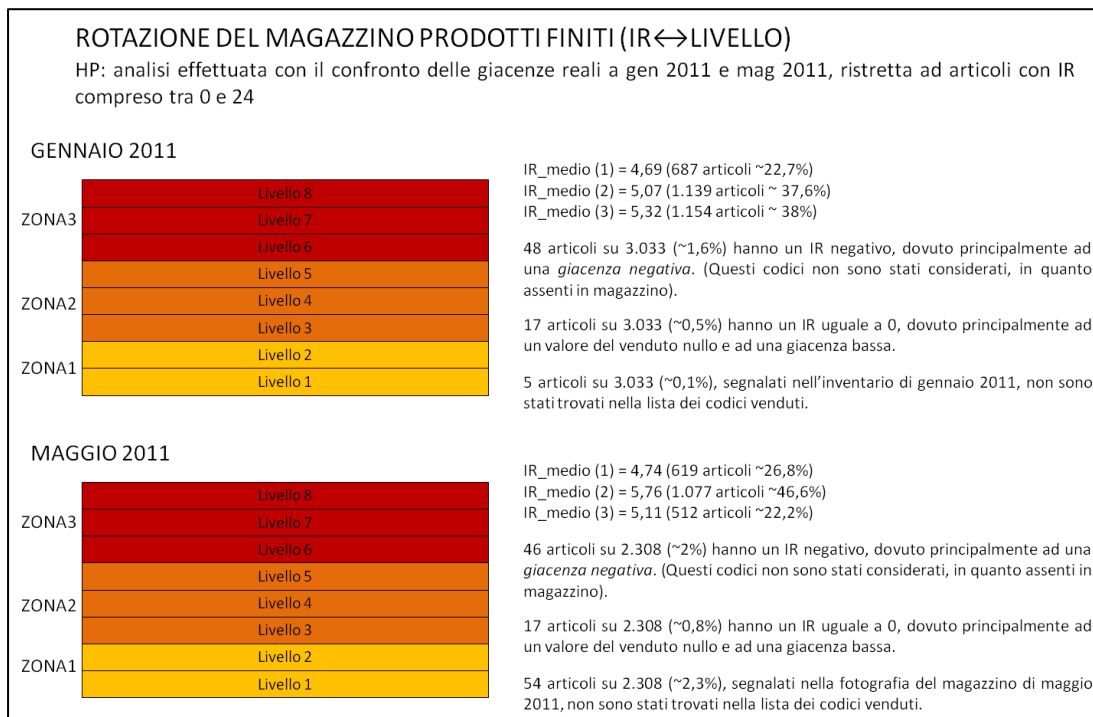
Le scaffalature presentano 8 piani, i primi 2 dei quali sono a postazione fissa e vengono utilizzati per il picking, mentre gli altri 6 non presentano vincoli sulle postazioni e vengono utilizzati per lo stock.

Le corsie comprese tra gli scaffali A, B, C, D, relativamente ai livelli 1 e 2, sono chiamate “supercorsie di picking” e qui vengono allocati i codici a più alta rotazione (secondo Target). Le corsie comprese invece tra gli scaffali E, F, M, N, relativamente ai livelli da 3 a 8, sono chiamate “supercorsie di stock” e qui vengono stoccati i bancali per il refilling dei codici stoccati nelle supercorsie di picking.

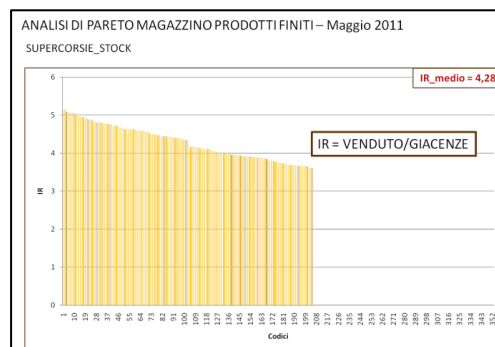
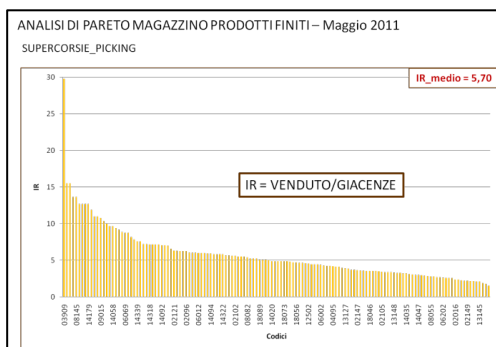
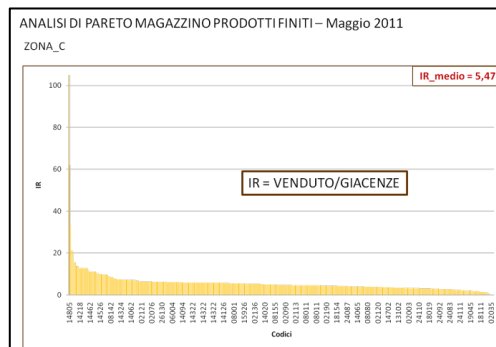
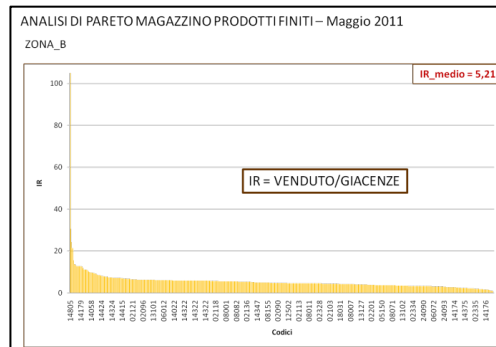
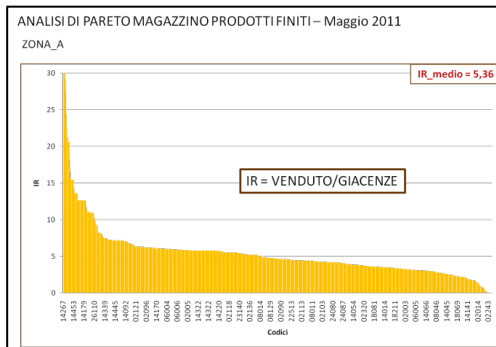


**Figura 41 – Magazzino Prodotto Finito MEC3**

Di seguito si riporta l'analisi fatta sul magazzino considerando prima la disposizione della merce rispetto alla dimensione verticale (livello) ed in seguito considerando la disposizione rispetto alla dimensione orizzontale (campata).



Di seguito si riportano, invece, le analisi di Pareto da cui si è partiti per la costruzione delle figure precedenti, con particolare attenzione alle supercorsie di picking e di stock.



Come si può vedere dalle ultime due slide, gli indici di rotazione dei codici allocati nelle supercorsie non differiscono dagli indici medi relativi alle altre zone del magazzino.



Infine si è effettuata una Cross Analysis intersecando in una matrice la giacenza media dei codici a magazzino con le rispettive vendite (entrambe suddivise in terzili), distinguendo tra alta e bassa stagione.

CROSS ANALYSIS GIACENZA MEDIA-VENDITE – Anno 2010						
		VENDITE				V=0
		ALTA (1/3)	MEDIA (2/3)	BASSA		
GIACENZA	ALTA (1/3)	5,7%	0,5%	0,2%	10,8%	
	MEDIA (2/3)	1,4%	3,4%	1,8%		
	BASSA	0,7%	2,8%	40,5%		
	G=0	27%			5,2%	

48 codici (≈2,5% del totale dei codici) hanno una giacenza media minore di zero (\*)

Cross analysis – alta stagione (Marzo, Aprile, Maggio, Giugno, Luglio, Agosto)

		VENDITE				V=0
		ALTA (1/3)	MEDIA (2/3)	BASSA		
GIACENZA	ALTA (1/3)	10,6%	3,1%	0,6%	22,3%	
	MEDIA (2/3)	1,2%	4%	4,8%		
	BASSA	0,4%	1,8%	35,6%		
	G=0	1,8%			13,8%	

574 codici (≈30% del totale dei codici) hanno una giacenza media minore di zero (\*)

Cross analysis – bassa stagione (Gennaio, Febbraio, Settembre, Ottobre, Novembre, Dicembre)

		VENDITE				V=0
		ALTA (1/3)	MEDIA (2/3)	BASSA		
GIACENZA	ALTA (1/3)	6,1%	0,8%	0,3%	24,4%	
	MEDIA (2/3)	1,9%	3,1%	2,8%		
	BASSA	1,6%	3,2%	39,2%		
	G=0	2,2%			14,4%	

547 codici (≈28,6% del totale dei codici) hanno una giacenza media minore di zero (\*)

La situazione ideale si ha in presenza di basse giacenze a fronte di alte vendite, quindi l'ottimo si in corrispondenza dell'angolo in basso a sinistra della matrice, ma, come si può vedere, i codici con tali caratteristiche non superano l'1,6% sul totale in bassa stagione e addirittura lo 0,4% in alta stagione.

#### 4.5.4. Aree interoperazionali

Mappare le aree interoperazionali attuali consente di capire in quali punti il layout as-is si trova in deficit: serve a migliorare le condizioni di funzionalità del layout e permette di stimare la *aree necessarie*, considerando pure eventuali nuovi macchinari. Uno dei punti core durante lo sviluppo dei nuovi layout sarà valutare le nuove disposizioni dei reparti in termini di *aree garantite*.

La parte più significativa dell'indagine è stata rilevata direttamente in prossimità dei macchinari; è stato importante annotare:

- I movimenti e le carreggiate ingombrate dai mezzi di movimentazione merci (carrelli, transpallet manuali);
- I magazzini di prelievo;
- Le aree a terra occupate dai materiali in ingresso ai macchinari;
- Le aree a terra occupate dai materiali in uscita dai macchinari;
- I magazzini di destinazione;
- L'area riservata ai movimenti dell'operatore e alle vie di fuga;
- I lotti di produzione;
- La necessità di un'area riservata agli imballi;
- I pareri e le idee di chi quotidianamente lavora nella medesima area.

Un contributo significativo alla mappatura è stato apportato dal Responsabile della Manutenzione, il quale conosce le caratteristiche tecnologiche dei macchinari e le modalità di intervento delle politiche manutentive.

#### **4.6. ANALISI DI DETTAGLIO DI ALCUNE FASI/OPERAZIONI CRITICHE**

In questa parte dello studio si è voluto approfondire l'analisi di alcune operazioni critiche per Mec3. Queste operazioni vanno ad appesantire la dimensione logistica di Mec3, dilatando i tempi di attraversamento dei prodotti e aumentando i costi variabili di produzione per vari motivi

- Elevato ricorso ad operazioni manuali
- Collocazione in posizione non ottimale di alcune fasi del ciclo produttivo (generazione di reflussi)

##### ***4.6.1. Tunnel di raffreddamento***

Il passaggio all'interno del tunnel di raffreddamento rappresenta una fase imprescindibile nel ciclo produttivo di alcuni codici. Questo è composto da un nastro

trasportatore il cui percorso passa attraverso un abbattitore di temperatura. La postazione di carico del tunnel si trova nella parte meridionale del reparto paste grasse (si generano reflussi per i codici di paste concentrate che devono essere convogliati nel tunnel), mentre quella di scarico si trova nel reparto confezionamento paste.

In entrambe le postazioni si trova un operatore (Mec3 per il carico, Target per lo scarico) dedicato al trasferimento ed al prelievo dei semilavorati destinati al tunnel. Entrambe le operazioni vengono eseguite in manuale.



**Figura 42 – Carico tunnel di raffreddamento**

Attraverso rilevamenti sul campo si è potuto quantificare il tempo medio giornaliero per cui gli operatori sono dedicati al carico e allo scarico del tunnel, considerando che la velocità media di carico è circa 5 colli/min.

COSTO TUNNEL	
COSTO TUNNEL DI RAFFREDDAMENTO	[€/anno]
Operatore MEC3 (allocato per 3,125 h/g – tempo di carico del tunnel)	11.413
1 transpallet (allocato per 3,125h/g – tempo di carico del tunnel)	800
Operatore TARGET (allocato solo per il tempo di scarico dei prodotti dal tunnel)	9.625
Costo del transpallet e dell'operatore che trasferiscono i bancali dal reparto paste concentrate al reparto paste grasse	516
<b>Costo annuo del trasporto dei prodotti nel tunnel = 22.354 €/anno</b>	
<b>Costo al chilo del trasporto dei prodotti nel tunnel = 0,0193 €/Kg</b>	

#### ***4.6.2. Pesatura polveri (I° piano)***

Ogni volta che si lancia una ricetta in produzione, si deve prima effettuare un'operazione di pesatura delle materie prime, dopodiché si può iniziare la lavorazione di queste nei rispettivi reparti produttivi.

Per quanto riguarda la famiglia delle polveri, la fase di pesatura avviene nel relativo reparto pesatura polveri posto al I° piano. Ogni volta, quindi, che gli operatori del magazzino materie prime terminano il picking delle materie prime richieste da una determinata ricetta dovranno poi sollevare il bancale fino al I° piano ed in seguito dovranno riabbassarlo fino a terra una volta che la ricetta sarà stata pesata.



**Figura 43 – Sollevamento materie prime verso I° piano**

Questa operazione viene effettuata per mezzo del carrello elevatore retrattile del magazzino materie prime, dando luogo a diverse criticità:

- Generazione di reflussi
- Pericolo per la sicurezza degli operatori
- Perdite di tempo
- Duplicazione di risorse

Considerando che al piano superiore si trova un operatore dedicato alla movimentazione dei bancali da e per il reparto pesatura polveri, conoscendo il

volume dei bancali movimentati ed i tempi per le queste movimentazioni da rilevamenti sul campo, si è potuto calcolare il costo di questa operazione di sollevamento al I° piano.

COSTO SOLLEVAMENTO AL I° PIANO (REPARTO PESATURA POLVERI)	
COSTO SOLLEVAMENTO	[€/anno]
Operatore MEC3 – Sollevamento (allocato per il 23% del giorno)	6.763,5
Carrello elevatore – Sollevamento (allocato per il 23% del giorno)	758
Operatore I° piano	10.525,5
Transpallet (I° piano)	2.047
<b>Costo annuo del sollevamento dei prodotti= 20.094 €/anno</b>	
<b>Costo al chilo del sollevamento dei prodotti = 0,0048 €/Kg</b>	

#### **4.6.3. Confezionamento**

Il confezionamento rappresenta un'altra fase particolarmente critica ed inefficiente per Mec3. In alcuni casi (e.g. confezionamento paste) sembra essere il collo di bottiglia del ciclo di produzione.

Le cause di queste inefficienze sono dovute ad un alto utilizzo degli operatori manuali sia per il confezionamento primario (soprattutto nei reparti paste grasse e paste concentrate) sia per il confezionamento secondario (reparto confezionamento paste), ad un livello tecnologico degli impianti di confezionamento abbastanza obsoleto, ad uno sbilanciamento nel legame tra produzione e confezionamento.

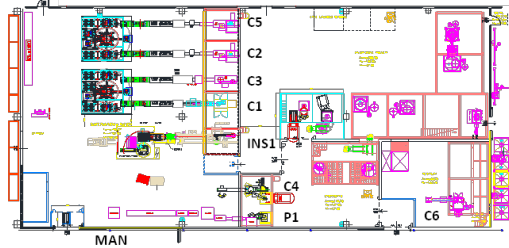
Si è cercato quindi di quantificare queste criticità attraverso il calcolo del costo di confezionamento per ogni reparto.

Per fare ciò si sono rilevati i tempi di confezionamento e di set-up di ogni macchina confezionatrice, il numero di operatori dedicati ad ogni operazione di confezionamento e le produzioni relative al mese di maggio 2011. Inoltre si sono considerati anche gli ammortamenti dei macchinari, ma, data l'incertezza dell'azienda su tali dati, si sono fatte due ipotesi. Di seguito si riportano i risultati.

## CONFEZIONAMENTO – Polveri (Maggio 2011)

HP1: tutti i macchinari sono stati considerati ancora da ammortizzare

HP2: l'ammortamento dei macchinari è stato considerato solo per le macchine acquistate dal 2005 (incluse)



MANUALE



LINEA	Lotto medio (silos) [kg]	T_conf [min/lotto]	T_setup [min/setup]	Numero operatori	Produzione [Kg/mese]
C5	500	34,7	38	1	63.470
C2	500	35	38	1	54.250
C3	500	70,24	38	1	56.635
C1	500	32,5	38	1	41.490
INS1	500	22,7	18	1	56.338
C4	575	105,6	38	1	41.417
P1	432	69,3	28	3	48.670
MAN	151	23	18	3	700
C6 <sup>oo</sup>	300	81,7	28	1	9.220

HP1: Costo\_medio = 0,0933 €/Kg  
HP2: Costo\_medio = 0,0782 €/Kg

<sup>oo</sup> utilizzo non continuo (~30 h/mese)

Come si può vedere alcune produzioni vengono confezionate ancora totalmente in manuale per mantenere flessibilità sugli ordini più piccoli.

La macchina semiautomatica P1, invece, dedicata al confezionamento delle polveri colorate e al cioccolato, risulta essere particolarmente obsoleta e richiede che vengano impiegati fino a 5 operatori (per prodotti che prevedono l'aggiunta di materie prime in pezzi).

Le altre macchine confezionatrici presentano un livello di automazione più spinto, vista anche la presenza di robot palettizzatori, ma alcune operazioni (e.g. inserimento degli imballi primari all'interno dell'imballo secondario) sono comunque eseguite in manuale dall'operatore.

E' da notare che per le confezionatrici P1 e INS1 e per il confezionamento MANUALE sono presenti in reparto altri 2 operatori dedicati all'etichettatura manuale degli imballi primari necessari per tali confezionamenti.

Di seguito si può vedere come varia il costo al kg per il confezionamento a seconda del livello di automazione dei macchinari (valori relativi a HP1). Si va da un minimo

di 4,6 €cent per le linee a maggior automazione, fino ai 22,8 €cent (+496%) per le linee a maggior componente manuale.

<b>LINEA</b>	<b>[€/kg]</b>
C5	0,04612
C2	0,04854
C3	0,07622
C1	0,05248
INS1	0,06950
C4	0,09120
P1	0,22847
MANUALE	0,22864
C6	0,20309

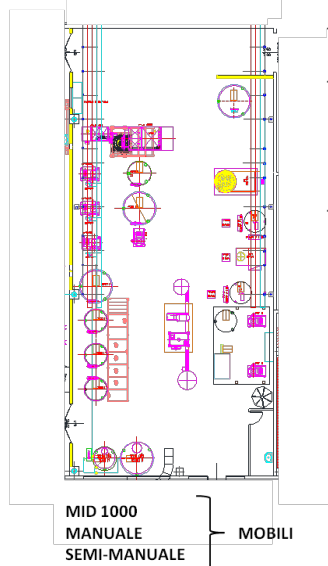
**Figura 44 – Costo di confezionamento Reparto Polveri**

Di seguito si riportano i risultati dei reparti paste grasse e paste concentrate.

### CONFEZIONAMENTO – Reparto paste grasse (Maggio 2011)

HP1: tutti i macchinari sono stati considerati ancora da ammortizzare

HP2: l'ammortamento dei macchinari è stato considerato solo per le macchine acquistate dal 2005 (incluse)



LINEA	Lotto_medio [kg]	T_conf [min/lotto]	T_setup [min/setup]	Numero operatori	Produzione [Kg/mese]
CL5	4.978	110,2	50	2	99.612
MDC1000 <sup>oo</sup>	3.000	380,2	200	2	5.070
SEMI-MAN	993	41,6	35	2	70.192
MAN	1.036	40,8	30	2	51.925

<sup>oo</sup> utilizzo non continuo (~30 h/mese)

MDC1000



MANUALE



MID 1000  
MANUALE  
SEMI-MANUALE

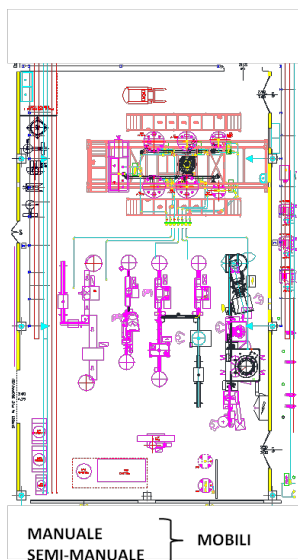
MOBILI

HP1: Costo\_medio = 0,0387 €/Kg  
HP2: Costo\_medio = 0,0365 €/Kg

### CONFEZIONAMENTO – Reparto paste concentrate (Maggio 2011)

HP1: tutti i macchinari sono stati considerati ancora da ammortizzare

HP2: l'ammortamento dei macchinari è stato considerato solo per le macchine acquistate dal 2005 (incluse)



LINEA	Lotto_medio [kg]	T_conf [min/lotto]	T_setup [min/setup]	Numero operatori	Produzione [Kg/mese]
D1 <sup>o</sup>	2.318	59	60	2	42.115
D2 <sup>o</sup>	1.962	68,2	60	2	34.116
D3 <sup>o</sup>	2.143	69,1	60	2	42.082
D4 <sup>o</sup>	1.057	95,1	60	2	6.016
D5 <sup>o</sup>	1.986	102	60	1	27.948
SEMI-MAN	764	53,7	30	3	48.848
MAN	333	14,5	30	2	27.214

<sup>oo</sup> utilizzo non continuo (~2,5 h/g)

SEMI-MANUALE



HP1: Costo\_medio = 0,0672 €/Kg  
HP2: Costo\_medio = 0,0580 €/Kg

MANUALE  
SEMI-MANUALE

MOBILI

Come si può vedere, anche in questi reparti è molto presente la componente manuale. Infatti in tutte le linee di confezionamento (esclusa la confezionatrice dei topping



D5) è necessaria la presenza di almeno 2 operatori, uno dedicato al carico degli imballi vuoti e al dosaggio e uno dedicato al trasferimento del prodotto confezionato dal fine linea al bancale.

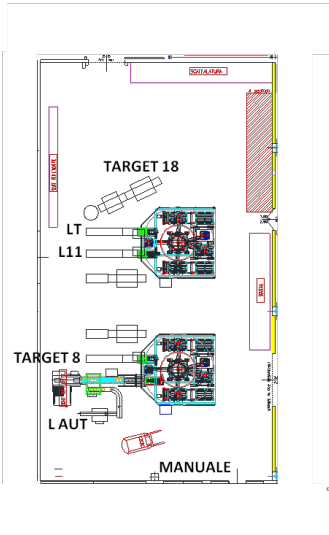
Per il confezionamento semi-manuale nel reparto paste-concentrate vengono addirittura impiegati 3 operatori. Uno si occupa del carico degli imballi vuoti e del dosaggio, uno si occupa di sigillare gli imballi e uno carica il prodotto finito sul bancale. E' evidente come le operazioni eseguite da questi operatori siano operazioni in serie, quindi sarebbe possibile eliminare un operatore e bilanciare correttamente il carico di lavoro su due soli operatori.

Infine si riportano i risultati relativi al reparto confezionamento paste, dato in gestione a Target, il quale appare il vero collo di bottiglia nel ciclo produttivo delle paste. Come visto in precedenza, infatti, il reparto non sembra in grado di ricevere i volumi produttivi in uscita dai reparti paste, i quali vanno a congestionare il corridoio.


**CONFEZIONAMENTO – Reparto confezionamento paste (Maggio 2011)**

HP1: tutti i macchinari sono stati considerati ancora da ammortizzare  
 HP2: l'ammortamento dei macchinari è stato considerato solo per le macchine acquistate dal 2005 (incluse)

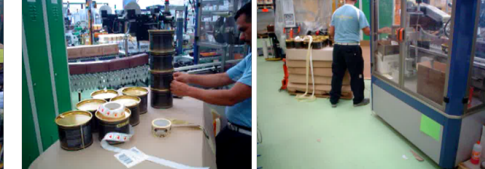
Il confezionamento delle paste grasse e concentrate, viene gestito da TARGET ad un costo di **0,063€/Kg.**



**LINEA TARGET 8**



**LINEA LT**



LINEA	Lotto_medio [kg]	T_conf [min/lotto]	T_setup [min/setup]	Numero operatori
L AUT	576	20	10	1
TARGET 8**	416	37	10	2
L LT**	419	46,7	10	2
TARGET 18	451	34	10	3
TARGET 11**	425	38	10	2
MAN	480	49	5	1

\*\* vincoli indotti dall'etichettatura (manuale)

**HP1: Costo\_medio = 0,0552 €/Kg (\*)**  
**HP2: Costo\_medio = 0,0514 €/Kg (\*)**

(\*) Esclusa la movimentazione da e per il reparto confezionamento

Dall'analisi risulta che il costo del confezionamento, se fosse gestito da Mec3 a parità di condizioni e vincoli, sarebbe inferiore del 12% rispetto al prezzo applicato da Target.

#### ***4.6.4. Ri-etichettatura***

Alcuni clienti esteri, soprattutto del medio-oriente, hanno la necessità di ricevere i prodotti Mec3 etichettati secondo particolari norme regolamentate dai propri paesi d'origine. Queste specifiche possono avere diverse origini:

- Necessità di riportare sull'etichetta la lingua di certe minoranze etniche presenti sul territorio
- Norme riguardo alle scadenze dei prodotti alimentari, differenti dalle scadenze standard di Mec3
- Norme riguardo alle informazioni di prodotto da riportare sulle etichette differenti rispetto allo standard Mec3
- Necessità di colorazioni particolari delle etichette

Per eseguire questa operazione di rietichettatura, il procedimento è il seguente. Ogni qualvolta che un cliente emette un ordine che preveda una rietichettatura, il commerciale inoltra tale ordine sia al magazzino spedizioni sia all'ufficio grafico. Il magazzino spedizioni procede effettuando il picking dei codici in ordine (i codici in magazzino presentano già le etichette standard di Mec3) e, una volta terminato il picking e preparati i bancali con i prodotti da rietichettare, questi vengono trasportati al magazzino ex-Ghigi per mezzo dell'autocarro Target. Qui due operatori si occupano della rietichettatura, in manuale.

Prima di procedere con la rietichettatura, i due operatori devono controllare che i lotti riportati sulla lista di prelievo dell'ordine corrispondano effettivamente ai lotti dei codici presenti sui bancali devono correggere eventuali errori. A questo punto le eventuali correzioni devono essere comunicate all'ufficio grafico il quale può procedere con la stampa delle etichette. Capita spesso, però, che l'ufficio grafico si

sia mosso in anticipo con la stampa delle etichette, quindi deve procedere a ristampare le etichette di quei codici per cui si è riscontrata difformità.

Una volta ricevute le etichette, gli operatori si occupano di aprire tutti gli imballi dell'ordine e di applicare una nuova etichetta ad ogni collo all'interno dell'imballo secondario e una all'imballo secondario stesso.

Terminata l'operazione di rietichettatura, i bancali rietichettati vengono ricaricati sull'autocarro di Target e ripostati al magazzino spedizione da cui possono essere evasi.

Di seguito si riporta la stima del costo di questa operazione.

RIETICHETTATURA		
Periodo di osservazione: Gennaio-Maggio 2011		
Quantità da rietichettare	154 UdC/5mesi – 9.368 colli/5 mesi	
Quantità da rietichettare	71.114 kg (≈1,51% del totale)	
Numero viaggi da Magazzino Spedizioni a Magazzino ex-Ghigi	49 viaggi	
Numero clienti che vogliono la rietichettatura	38 clienti (≈1,46% del totale)	
Tempo medio per rietichettare un bancale	≈1,45 h/bancale	
COSTI DOVUTI ALLA RIETICHETTATURA	[€/5 mesi osservazione]	[€/kg-5 mesi osservazione]
Costi di trasporto:		
• costo navetta Target	538,8	
• costo carrello elevatore carico/scarico	65,1	
Costo di manodopera	8.947,4	
<b>TOTALE</b>	<b>9.551,3</b>	<b>0,134</b>
Espandendo il calcolo ad un anno:		
<b>Kg/anno da rietichettare ≈ 156.450 Kg/anno</b>		
<b>€/anno per rietichettatura ≈ 20.965 €/anno</b>		

#### 4.6.5. *Picking prodotto finito*

Partendo dall'analisi fatta in precedenza sugli indici di rotazione dei magazzini e sulla disposizione della merce nel magazzino prodotti finiti, si è voluto approfondire il processo di order picking nel magazzino prodotti finiti. In conformità con le

procedure operative di Target, si è deciso di suddividere l'analisi su due macro-aree, ovvero Ordini Italia e Ordini Estero, in quanto le due tipologie di ordini differiscono in modo significativo.

Gli Ordini Italia sono generalmente formati da poche righe e piccole quantità di prelievo, che solitamente sono contenute in bancalini 600x800 mm o al più in bancali 800x1200 mm. Gli Ordini Estero, invece, sono composti da un maggior numero di righe e da quantità di prelievo più consistenti. Solitamente questi ordini vengono disaggregati in una "packing list" e suddivisi in frazioni d'ordine, ognuna delle quali è contenuta su di un bancale

Come visto in precedenza, il magazzino prodotto finito è formato da scaffalature di 8 livelli, i primi 2 dei quali sono utilizzati per il picking degli ordini, mentre i livelli superiori sono dedicati allo stoccaggio dei codici per il refilling dei primi due livelli. Il refilling e lo stock della merce in magazzino vengono effettuati per mezzo di un carrello elevatore trilaterale. Tale carrello è impostato al 50% della sua velocità di traslazione in quanto il pavimento del magazzino risulta essere particolarmente dissestato.

Di seguito si riportano le sue prestazioni.



<b>DATI TRILATERALE</b>	Valori riferiti al giorno
UdC sollevate (rilevato)	93,75
UdC abbassate (rilevato)	105,8
T_missione (sec/missione) (rilevato)	120

**Figura 45 – Carrello trilaterale Magazzino PF**

Il processo di picking ha inizio con il prelievo di un ordine dalla lista degli ordini di giornata da parte del picker. Una volta prelevato l'ordine, il picker attiva l'ordine stesso sul proprio palmare sul quale viene visualizzata la relativa lista di prelievo.

ESEMPIO LISTA PRELIEVO PALLET									
Piano: VECOGEL									
Cod. Articolo	Descrizione	Qtà Rich.	Qtà Kg	N. Colli	Pz. Sfusi	Localione	Cod. Pallet	Tipo Prel.	Lotto
08193	YOGOMEK TART X 1 KG	24	24	2	0	2H01C2	00048950	Picking	N/A
08715	KIT CHICCO TIRAMISU' x 17.4 KG	1	17.4	1	0	2E09C1	00034620	Picking	N/A
08715	KIT CHICCO TIRAMISU' x 17.4 KG	2	34.8	2	0	2E09C1	00034620	Picking	N/A
14039	VANIGLIA BOURBON x 4.5 KG	2	9	1	0	2J20C1	00040200	Picking	N/A
14088	PANNA COTTA 2 x 2.5 KG	4	10	2	0	2L04C1	00049755	Picking	N/A
14092	BIANCO CIOC x 6 KG.	2	12	1	0	2B08C1	00037747	Picking	N/A
14118	PASTA WAFER X 4 KG.	2	12	1	0	2B07C1	00038022	Picking	N/A
14167	CIOCCONUT x 6 KG.	2	8	1	0	2J05C1	00032033	Picking	N/A
14179	QUELLA x 6 Kg	4	24	2	0	2A07C1	00046645	Picking	N/A
14179	QUELLA x 6 Kg	4	24	2	0	2A08C1	00046654	Picking	N/A
14220	PASTA MISTER NICO x 4 KG	2	12	1	0	2A05C1	00051682	Picking	N/A
14220	PASTA MISTER NICO x 4 KG	2	12	1	0	2A06C1	00051790	Picking	N/A
14225	VARIEG. MISTER NICO x 4 KG	2	8	1	0	2H06C1	00045242	Picking	N/A
14225	VARIEG. MISTER NICO x 4 KG	2	8	1	0	2H04C1	00037635	Picking	N/A

**Figura 46 – Lista di prelievo per picking PF**

A partire da questa lista di prelievo, il picker deve costruire il bancale da spedire possibilmente rispettando alcuni criteri:

- Il bancale deve essere costruito partendo dai codici più pesanti e ingombranti lasciando per ultimi (in alto) quelli più leggeri e meno ingombranti
- Le missioni di picking devono avvenire sequenzialmente in ordine crescente di distanza dal punto di I/O del magazzino

E' da sottolineare, però, che i codici presenti nelle corsie non sono disposti secondo un ordine di formato (neanche nelle supercorsie). Inoltre, come si può vedere, neanche la lista di prelievo è ordinata nè secondo la distanza dei punti di prelievo dei codici, né secondo il formato dei codici da prelevare, ma è ordinata secondo valori crescenti dei codici.

Ne consegue che il picker debba gestire le missioni ricorrendo alla propria esperienza, in quanto dalla lista di prelievo non riceve alcun aiuto, con conseguente incremento delle distanze percorse e aumento dei tempi di missione.

Un'altra criticità riscontrata nel processo di order picking riguarda l'inadeguatezza dei mezzi utilizzati per tale operazione. Infatti si è riscontrata la presenza di un numero di picker variabile tra i 6 e gli 8 per ogni turno a fronte di soli 5 carrelli elevatori commissionatori disponibili. I picker in "esubero" eseguono il picking per mezzo di transpallet elettrici tradizionali e, nel caso debbano prelevare dei colli al secondo livello dello scaffale, sono costretti a chiedere aiuto ai picker muniti di carrello commissionatore.

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi del picking, sulla base di una settimana di rilievi fatti in magazzino.

<b>PICKING – (20-24 Giugno 2011)</b>	
<b>ORDINI ITALIANI</b>	
Numero picker/giorno	8,5
Numero di ordini/h * picker (rilevato)	1,89
Righe/h * picker (rilevato)	9,57
Bancali/h * picker (rilevato)	2,02
T_missione (sec/riga) (rilevato)	82
<b>ORDINI ESTERI</b>	
Numero picker/giorno	5
Numero di ordini/h * picker (rilevato)	0,59
Righe/h * picker (rilevato)	10,48
Bancali/h * picker (rilevato)	2,47
T_missione (sec/riga) (rilevato)	82
<b>PICKING – (1/1 – 30/6 2011)</b>	
Ordini Italia	11.858
Ordini estero	2.681
Bancali interi spediti	5.507
Bancali in entrata	13.185
Abbassamenti per refilling	7.397
Bancali stoccati	11.250

**Figura 47 – Prestazioni picking PF**

Si può notare come le performance del picking in termini di ordini/h preparati da ogni picker siano significativamente basse.





## **CAPITOLO 5 - VINCOLI, CRITICITA' DELL'AS-IS, NUOVI SCENARI**

Questo capitolo si propone di mettere in luce le informazioni qualitative rilevate durante l'analisi del layout as-is. I risultati devono essere condivisi con la dirigenza aziendale, in modo che quest'ultima possa valutare e decidere il modo più adeguato per procedere alla risoluzione delle criticità emerse. E' attraverso queste informazioni che si percepisce l'importanza alla base della razionalizzazione del layout.

Partendo da quelli che sono i vincoli imposti (*tecnici, estetici*), si passa all'elenco delle criticità, poi si studiano i nuovi scenari che l'azienda andrà ad affrontare (*nuovi volumi di domanda, nuovi prodotti, nuove risorse produttive, nuovi plant*). L'obiettivo di questo capitolo è di stabilire in quali direzioni si dovrà proseguire per migliorare il layout in modo da fronteggiare il futuro.

## 5.1. VINCOLI

I principali vincoli tecnici emersi sono stati:

- Posizione della centrale elettrica fissa
- Posizione della centrale termica fissa
- Posizione dei pozzetti HERA
- Ricollocamento dell'area rifiuti (800 m<sup>2</sup>) in un'area esterna allo stabilimento
- Riproduzione delle condizioni ambientali (anti-esplosione) dell'area silos
- Riproduzione delle condizioni ambientali del deposito alcolici
- Tetti dello stabilimento bloccati per 25 anni per la presenza di pannelli fotovoltaici
- Necessità di isolare i reparti produttivi con doppie porte per evitare contaminazioni
- Il laboratorio controllo qualità sulle materie prime deve rimanere vicino all'interfaccia di accettazione

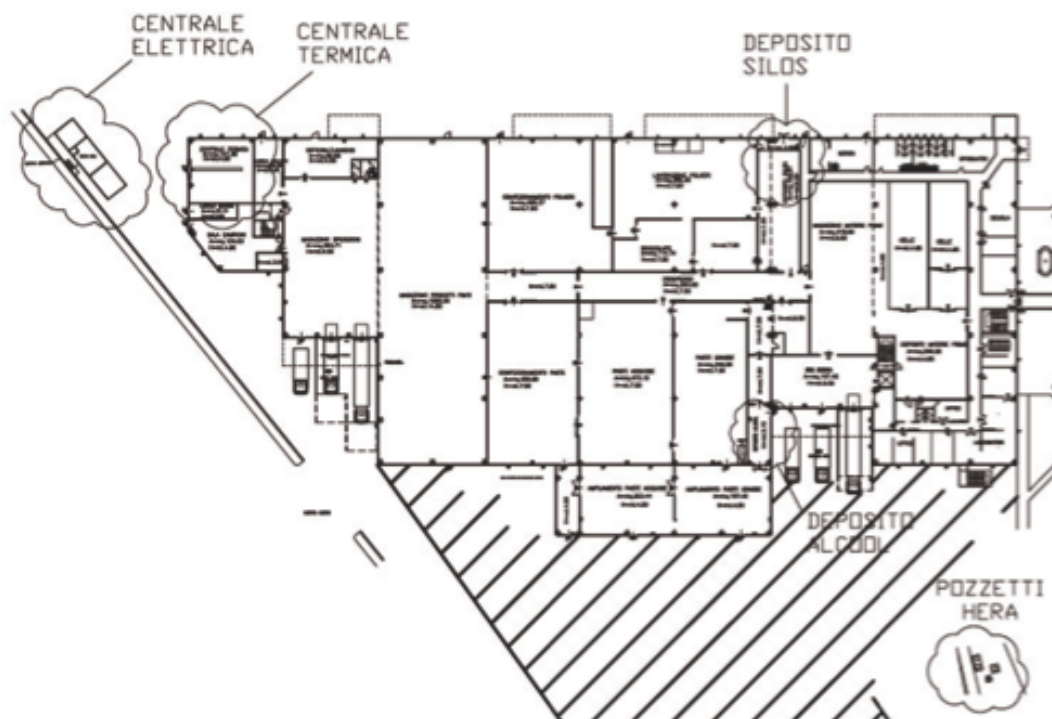


Figura 48 – Vincoli tecnici di layout

Non sono stati segnalati particolari vincoli estetici ed, in generale, anche i vincoli tecnici segnalati dalla direzione tecnica lasciano molta libertà d'azione nell'elaborazione di alternative

## **5.2. CRITICITA' DEL LAYOUT AS-IS**

- **ELEVATA CONGESTIONE DEGLI SPAZI** (situazione critica).

Quasi tutte le aree di stoccaggio sono in sofferenza, a fronte di rotazioni accettabili dei materiali. Anche le aree di lavoro ed i magazzini interoperazionali annessi sono in sofferenza.

Il ricorso al secondo piano introduce sempre costi (duplicazioni mezzi, personale,..) e problemi di gestione da valutare attentamente.

Il legame tipo scaffale/mezzi di movimentazione nel magazzino PF è migliorabile (Lc variabile, trilatero lento e con problemi,...).

La congestione degli spazi soprattutto interfase genera una gestione “a memoria” e frazionata del materiale.

Accettazione e Spedizioni sono aree in grande sofferenza che generano by-pass materiali verso Ex-Ghigi e stoccaggio in zone non idonee (e.g. locale ricarica carrelli, corridoio) con possibili implicazioni sulla sicurezza.

- **NUMERO DEI MEZZI DI MOVIMENTAZIONE**

Elevato numero di mezzi di movimentazione generalmente insaturi (↑fabbisogno spazio, ↑ congestioni, ↑ costi, ↓ efficienza MdO)

- **IMBALLI e LORO GESTIONE**

Gli imballi primari e secondari sono molto numerosi (↑fabbisogno spazio, gestione complicata). Il legame primario/secondario appare fuori controllo.

La filosofia di riapprovvigionamento è migliorabile (scarsa tracciatura delle quantità) Presenza di diverse etichette aggiunte a posteriori (manualmente)

La gestione esterna degli imballi è costosa, genera spesso stock-out, produce reflussi al I° piano.

Presenza di una fase di ri-etichettatura gestita completamente in manuale (costosa, e con procedure da sistemare soprattutto sul controllo lotto e stampa etichette)

- **CONFEZIONAMENTO CON ELEVATA PRESENZA DELLA COMPONENTE MANUALE**

Elevato utilizzo degli operatori manuali in confezionamento, a volte significativamente oltre al necessario.

Il legame produzione/confezionamento a volte non è ben bilanciato (operatori in attesa, confezionamento collo di bottiglia (e.g. confezionamento paste)

Livello tecnologico degli impianti di confezionamento migliorabile.

- **ANALISI DELL'IMPIEGO DELLA MdO MIGLIORABILE / RICORSO AD AUTOMAZIONE FLESSIBILE**

Carichi di lavoro (MdO e automazione) che appaiono non equilibrati.

Elevato ricorso al lavoro manuale (e.g. carico-scarico tunnel di raffreddamento).

Introduzione di automazione insatura (robot a fine linea)

- **PICKING PRODOTTO FINITO E GESTIONE CODICI**

La collocazione del materiale nel magazzino prodotto finito è migliorabile e da approfondire.

Il sistema trilatero+transpallet e il numero di vertical order picker producono un numero di prelievi/h medio-basso.

Possibile miglioramento delle spedizioni per materiale estero (baia allestimento ordine).

La gestione del materiale nei container esterni è problematica sia come capacità di contenimento sia come logistica di supporto (diversi mezzi in serie per poter gestire il materiale).

Una parte dei codici alla fine del processo di produzione “ritornano” alle celle frigorifere.

- **SISTEMA DI MONITORAGGIO “LOGISTICO” MIGLIORABILE**

Attenzione migliorabile verso il monitoraggio di parametri logistici che consentano di tenere costantemente sotto controllo giacenze, indici di

rotazione, gestione imballi, collocazione della merce a magazzino, carico e scarico vettori, costi industriali delle lavorazioni, etc...

### 5.3. GRANDEZZE DA DEFINIRE

#### 5.3.1. Volumi produttivi futuri per le diverse famiglie

Le direzioni tecnica e commerciale hanno stimato le tendenze del mix produttivo per gli anni futuri. E' stata fatta una previsione su come cresceranno i volumi a partire dal 2012 fino indicativamente al 2018. Questa crescita è stata quantificata in un +10% annuo, come si può vedere dal grafico seguente, il quale manifesta una significativa salita produttiva dettata dal trend positivo che l'azienda ha mantenuto negli ultimi anni.

ID	FAMIGLIA	TOT 2010 [kg/anno]	TOT 2018 [kg/anno]	DELTA % 2018/2011
F1	POLVERI	4.015.200	8.308.895	107%
F2	PASTE GRASSE	1.804.231	4.245.171	135%
F3	PASTE CONCENTRATE	2.097.859	4.445.209	112%
F4	OUTSOURCING	760.619	740.378	-3%

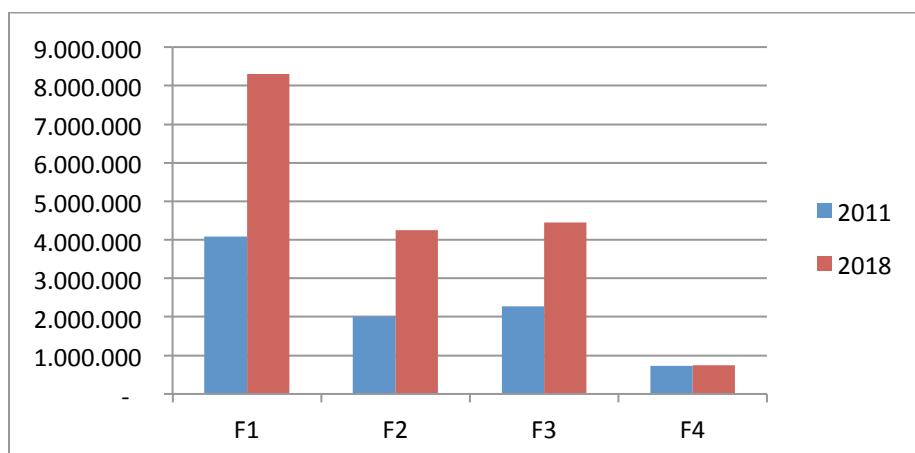


Figura 49 – Salita produttiva

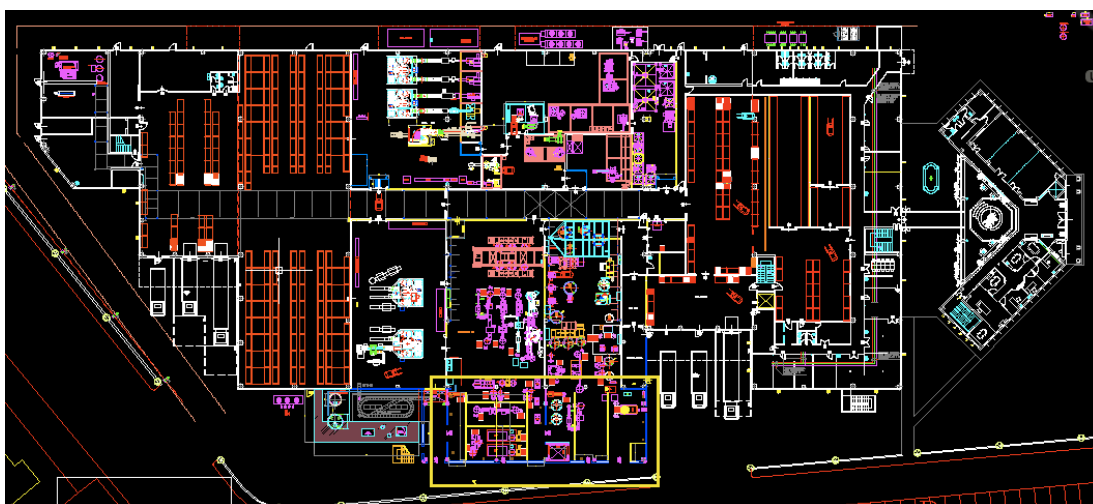
### ***5.3.2. Eventuali nuove famiglie, modifiche sostanziali dei cicli esistenti, livello di automazione***

Una delle caratteristiche peculiari dell'azienda è di essere sempre molto dinamica in ambito R&S. Tuttavia al momento non vi sono particolari nuove famiglie produttive in via di sviluppo, almeno per l'immediato futuro. Si continueranno quindi ad analizzare le famiglie presenti nell'as-is.

Di qui a breve non vi saranno modifiche ai cicli esistenti, tuttavia per le fasi di confezionamento primario e secondario (in particolare per le paste) e di carico del tunnel di raffreddamento sarebbe consigliabile aumentare il livello di automazione.

### ***5.3.3. Nuova impiantistica***

In concomitanza con il progetto di re-layout, MEC3 sta programmando di aumentare la sua capacità produttiva dotandosi di nuovi macchinari per soddisfare i volumi futuri previsti di domanda. Per fare ciò sta anche ultimando un ampliamento preliminare dei reparti paste per affrontare le produzioni della stagione 2012.



**Figura 50 – Layout ampliamento preliminare reparti paste**

A partire dalla salita produttiva calcolata nel paragrafo precedente, si sono inoltre calcolati i macchinari necessari in futuro per soddisfare i fabbisogni produttivi anno per anno.

Per fare ciò si è calcolata la *curva caratteristica di prodotto* delle risorse presenti nei vari reparti e si è determinato il timing di inserimento delle macchine in reparto.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
POLVERI	tunnel di lavaggio	1 mixer prodotti colorati	1 conf. bianchi (C3)	1 conf. bianchi (C1-C2-C5)		1 mixer bianchi (M3)	1 mixer bianchi (M1-M2)
	1 dos./chius. semiautom.			1 conf. colorati (P1)			1 conf. Bianchi (C1-C2-C5)
	1 mixer prodotti contamin.						
	area isolata contaminanti						
PASTE GRASSE	1 impianto raf. TECNO3	1 raffinatrice Mazzetti (M19)	1 miscelatore (Molteni)				
	2 sost. 3000kg ciocco.						
	1 conf. Cioccolato						
	1 sost. 3000kg bianchi						
	1 dosatrice manuale						
	1 elevatore tunnel						
	considerare inserimento nuovo impianto di raffinazione per prodotti "grassi" (COMET)						
PASTE CONC	1 mixer 700kg vasetti	1 mixer 700kg (M6)	1 mixer 3000kg (S56)		1 mixer 700kg (M6)	1 mixer 3000kg (S56)	1 mixer 700kg (M6)
	area 2° concentratore	1 dosatrice automatica	1 mixer 700kg (M6)		1 mixer 1300kg (M7)	1 dosatrice automatica	1 dosatrice automatica
	1 conf. vasetti plastica		2 dosatrici automatiche		1 dosatrice automatica		
	area ricolloc. M8						
	1 elevatore tunnel						
	1 buffer tunnel (1° piano)						
	area sbancamento						
	area prep. frutta 1° piano						
	considerare inserimento di uno sgelatore per la frutta						

**Figura 51 – Timing inserimento nuova impiantistica**

Le nuove risorse produttive saranno:

- REPARTO PASTE GRASSE
  - +1 impianto di raffinazione
  - +3 sostatori da 3000kg
  - +1 confezionatrice automatica
  - +1 sostatore da 3000kg paste
  - +1 dosatrice manuale
  - +1 elevatore tunnel
  - +1 buffer tunnel (1° piano)
  - +1 raffinatrice (M19)
  - +1 miscelatore verticale di piccola taglia
  - +1 area per eventuale impianto di raffinazione futuro
- REPARTO PASTE CONCENTRATE
  - +5 miscelatore 700kg
  - +1 impianto concentratore

- +1 confezionatrice per vasetti di plastica
  - +2 miscelatori 3000 kg
  - +1 miscelatore 1300 kg
  - +6 dosatrici automatiche
  - +1 scongelatore frutta
  - +1 elevatore tunnel
  - +1 buffer tunnel (1° piano)
- REPARTO POLVERI
    - +1 lavastoviglie industriale
    - +1 dosatrice/confezionatrice semiautomatica
    - +1 miscelatore per prodotti contaminanti
    - +1 area isolata per prodotti contaminanti
    - +1 miscelatore prodotti colorati
    - +2 miscelatori prodotti bianchi
    - +3 confezionatrici prodotti bianchi
    - +1 area per eventuale robot pallettizzatore
    - + area per sistema automatico di aggancio silos sulle confezionatrici

Per quanto riguarda gli impianti futuri, non essendo ancora in previsione di acquisto, non si conoscono le loro dimensioni. Per cui, per questi impianti si è considerato l'ingombro su pianta delle risorse analoghe già presenti nel layout as-is di MEC3.

#### ***5.3.4. Nuovi spazi disponibili***

Tra le criticità più importanti dell'as-is si hanno un'insufficienza di spazi per stoccare ordinatamente la merce, e la particolare congestione di alcuni punti dello stabilimento. Se a queste considerazioni si aggiungono la salita produttiva prevista (maggiori rotazioni, che richiedono maggiori backup), e la nuova impiantistica, diventa fondamentale per l'azienda dotarsi di nuovi spazi. Di seguito si riportano gli spazi a disposizione dell'azienda per l'ampliamento.





**Figura 52 – Possibile ampliamento dello stabilimento MEC3**

**SPAZI DISPONIBILI:**

- Area coperta attuale: ~ 7.300 mq
- Area coperta disponibile: ~ 16.300 mq (223%)



## CAPITOLO 6 - ELABORAZIONE DELLE ALTERNATIVE DI LAYOUT

Il punto di partenza per sviluppare le nuove alternative di layout consiste nel riprendere in mano tutto il materiale elaborato nell'analisi dell'as-is e nel cercare di sintetizzare dove e come apportare cambiamenti all'*organizzazione del layout*<sup>6</sup>.

Considerando, ad esempio, quei control points che generano i maggiori flussi, se la re-disposizione dei punti più critici viene effettuata perseguendo logiche di efficienza, presumibilmente il layout ottenuto produrrà una migliore funzione obiettivo. Allo stesso modo se concentriamo gli sforzi di razionalizzazione sulle famiglie che producono maggiori rotazioni, e sui mezzi più utilizzati, ci aspetteremo una riduzione complessiva del costo della politica di trasporto. Si deve quindi concentrarsi sui cicli e sulle entità che “*pesano*” di più.

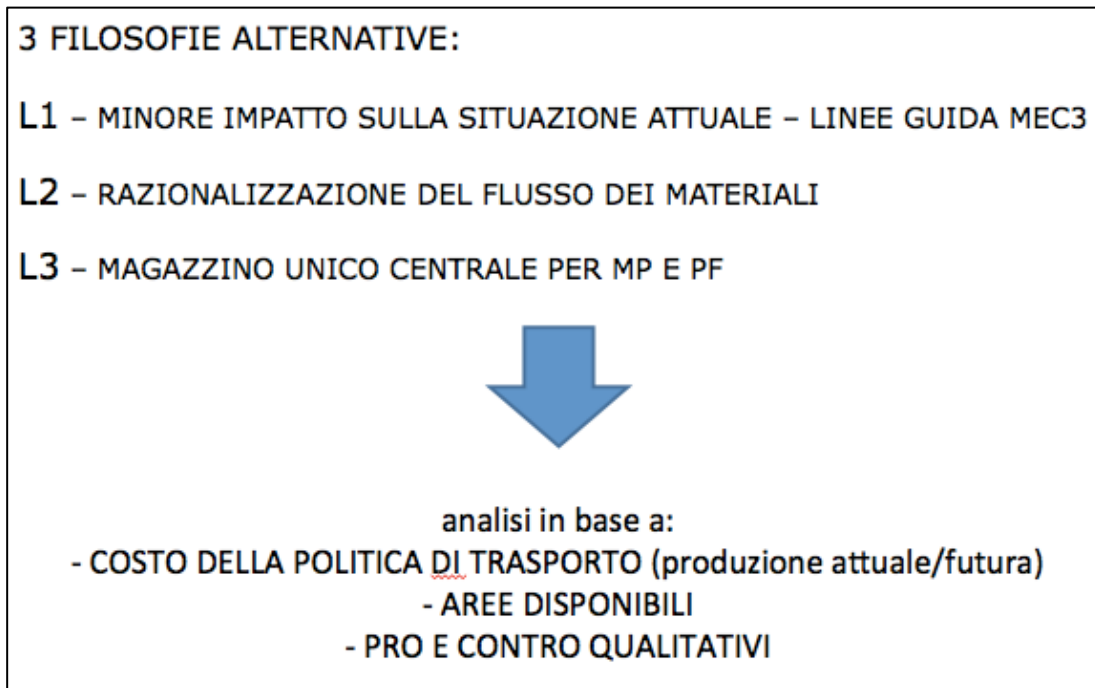
Uno degli obiettivi dei nuovi layout sarà quello di ottenere un minor numero di criticità rispetto all'attuale. Per far questo è necessario porre rimedio ai punti di svantaggio più gravi, come, ad esempio, lo spezzettamento dei cicli, la presenza di contro-flussi, i trasporti onerosi e l'insufficienza di aree.

---

<sup>6</sup> Organizzazione del layout: sta ad indicare non soltanto la disposizione dei reparti nelle aree disponibili, ma anche l'organizzazione del lavoro, le modalità di stoccaggio, particolari fasi critiche del ciclo di produzione

## 6.1. IPOTESI DI LAYOUT – PROCESSO PER FORMULARE NUOVE ALTERNATIVE

### 6.1.1. Individuazione delle filosofie



La prima parte di progetto, che riguarda l'analisi delle informazioni sull'attuale, può ritenersi conclusa. La base dati estrapolata è sufficientemente ricca per sostenere le decisioni che andranno a prendere. Ora si entra nel vivo della parte più affascinante e creativa del progetto di re-layout.

E' bene sottolineare che minori sono gli impatti in termini di modifiche sulla situazione attuale, minori saranno i risultati che ci aspetteremo da un layout.

Viceversa un maggiore impatto sulle condizioni dell'as-is (maggiori traslocamenti dei reparti, maggiori investimenti in infrastrutture...) permette di ottenere migliori risultati in termini di efficienza.

Si procederà quindi formulando più alternative di layout in funzione del tempo a disposizione. Nel caso in oggetto si sono formulate 3 alternative, ognuna delle quali ha un diverso impatto sull'attuale.

Nella costruzione del layout L1 si è cercato di seguire quelle che sono state le linee

guida aziendali, cioè ottenere il naturale adattamento dell'as-is in un'ottica più conservativa, apportando il minor impatto possibile.

Nel layout L2 si è proceduto attraverso alla razionalizzazione radicale del flusso dei materiali.

Infine, nel layout L3 si è cercato di trovare una soluzione compatibile con il progetto di un magazzino automatico che MEC3 si era fatta preventivare da un fornitore logistico e di cui era stato abbozzato un possibile layout.

In seguito ad un briefing con la direzione tecnica di MEC3 si è deciso di “abortire” L3 in una fase relativamente precoce del suo sviluppo per via degli alti costi di trasporto emersi durante la formulazione e perché tale configurazione del layout non garantiva un flusso ottimale dei materiali. Perciò, come si vedrà nel paragrafo 6.2.3, il livello di dettaglio progettuale raggiunto da L3 sarà minore in confronto a L1 e L2. Tutte le soluzioni sono state sviluppate con l'obiettivo, tra gli altri, di eliminare il navettaggio verso i due magazzini esterni e di eliminare l'operazione di sollevamento delle MP verso il Reparto Pesatura Polveri al I° piano.

### ***6.1.2. Redigere un nuovo layout***

Il primo passo consiste nell'individuare i confini tra un reparto e l'altro (se non è già stato fatto nella mappatura delle aree), in modo da ottenere una pianta piena di regioni. Reparti che dispongono di un'area simile sono intercambiabili. Durante questa attività è utile lavorare su carta e fare delle sagome, in modo da poter fisicamente comporre le nuove disposizioni. Ognuna delle alternative redatte segue una certa filosofia di composizione.

E' bene pianificare fin da subito le location delle aree di stoccaggio al fine di non avere brutte sorprese quando si andranno a contare i posti pallet disponibili.

Proprio in quest'ottica i magazzini per le MP e per gli imballi sono stati aggregati in quello che nel layout as-is era destinato a contenere il PF, in modo da sfruttare totalmente tutti i 14 metri di altezza disponibili.

### ***6.1.3. Analisi dei costi di trasporto sui volumi attuali e futuri***

L'analisi sui costi di trasporto si ottiene con lo stesso procedimento utilizzato per la valutazione dell'as-is. Per ciascun layout bisognerà però riformulare:

- $d_{ij}$ : quanto cambia il sistema di flow control point e le distanze tra essi;
- $n_{ij}$ : le diverse disposizioni dei reparti, provocano un cambiamento di quelle che sono le modalità di trasporto tra i vari FCP, variando quindi anche il numero di viaggi nell'unità di tempo;
- $c_{ij}$ : le diverse modalità di trasporto implicano diversi costi per unità di distanza percorsa.

Avere in possesso i dati del 2011 ha permesso di effettuare non solo la valutazione dei costi con la produzione attuale (confrontabile con l'as-is), ma anche una valutazione con quelli che saranno i volumi futuri. Ognuna delle due valutazioni, oltre al costo e alle distanze totali, ci permette di ricavare come i mezzi e le famiglie incidano sugli indicatori di performance.

### ***6.1.4. Analisi sulle aree garantite***

Durante l'analisi del layout as-is, nella fase di mappatura delle aree di stoccaggio, è emerso come queste, in molti reparti, risultassero sottostimate. Si è così tenuto traccia delle *aree di stoccaggio a disposizione* e delle *aree di stoccaggio necessarie* al fine di evidenziare le criticità.

Utilizzando i dati citati è possibile misurare le aree generate dalle nuove alternative, potendo così evidenziare quali siano, eventualmente, le aree ancora in sofferenza.

E' utile mappare su una tabella excel i risultati di queste analisi al fine di effettuare una veloce analisi comparativa.

REPARTO	LAYOUT ATTUALE	LAYOUT NECESSARIO	LAYOUT 1	LAYOUT 2	LAYOUT 3
ACCETTAZIONE M.P.	168 m2 105 p.p.	180 m2 121 p.p.	382 m2 80 p.p.	382 m2 80 p.p.	755 m2 525 p.p. in condivisione con rep. Spediz.
MAGAZZ/NO M.P.	627 m2 542 p.p. + mag. Ex-Ghigi	389 m2 761 p.p.	1098 m2 3192 p.p. (0,8x1,2) in condivisione con imballi	1099 m2 3192 p.p. (0,8x1,2) in condivisione con imballi	1824 m2 4992 p.p. in condivisione con mag. P.F.
REPARTO PASTE CONCENTRATE	677 m2	1002 m2	1145 m2	1145 m2	1449 m2
REPARTO PESI PASTE CONCENTRATE	128 m2 condivisi	128 m2	130 m2	130 m2	128 m2
REPARTO PASTE GRASSE	569 m2	871 m2	933 m2	933 m2	943 m2
REPARTO PESI PASTE GRASSE	128 m2 condivisi	128 m2	128 m2	128 m2	181 m2
REPARTO POLVERI	1115 m2	1739 m2	1738 m2	1798 m2	1789 m2
REPARTO POLVERI CHIARE	809 m2	1189 m2	1115 m2	1199 m2	1229 m2
REPARTO POLVERI SCUURE	306 m2	545 m2	623 m2	599 m2	560 m2
REPARTO PESI POLVERI	328 m2	328 m2	422 m2	323 m2	328 m2
REPARTO CONFEZIONAMENTO PASTE	457 m2 80 p.p. + 36 p.p. nel disimpegno	855 m2 241 p.p.	1033 m2 264 p.p.	1033 m2 264 p.p.	1013 m2 288 p.p.
MAGAZZ/NO P.F.	1197 m2 3256 p.p.	1352 m2 4225 p.p.	1428 m2 4488 p.p.	1428 m2 4488 p.p.	1697 m2 4992 p.p. in condivisione con mag. P.F.
REPARTO SPEDIZIONI	462 m2 351 p.p.	603 m2 375 p.p.	647 m2 420 p.p.	698 m2 420 p.p.	755 m2 525 p.p. in condivisione con rep. Spediz.
MAGAZZ/NO IMBALLI PRIMARI	Mag. Ex-Ghigi	994 p.p. (1x1,2)	1098 m2 2431 p.p. (0,8x1,2) 1620 p.p. (1x1,2) magazzini	1098 m2	

**Figura 53 – Analisi comparativa delle aree**

## 6.2. ALTERNATIVE DI LAYOUT

### 6.2.1. L1 - Minor impatto sulla situazione attuale - Linee guida MEC3



#### COSTO DELLA POLITICA DI TRASPORTO (PRODUZIONE ATTUALE)

DISTANZA PERCORSATA	~1.439 km/mese	~15.827 km/anno
COSTO DI TRSPORTO	~16.521 €/mese	~181.728 €/anno

#### COSTO DELLA POLITICA DI TRASPORTO (PRODUZIONE FUTURA)

DISTANZA PERCORSATA	~2.880 km/mese	~31.678 km/anno
COSTO DI TRSPORTO	~33.007 €/mese	~363.074 €/anno



## L1 - CRITERI PROGETTUALI

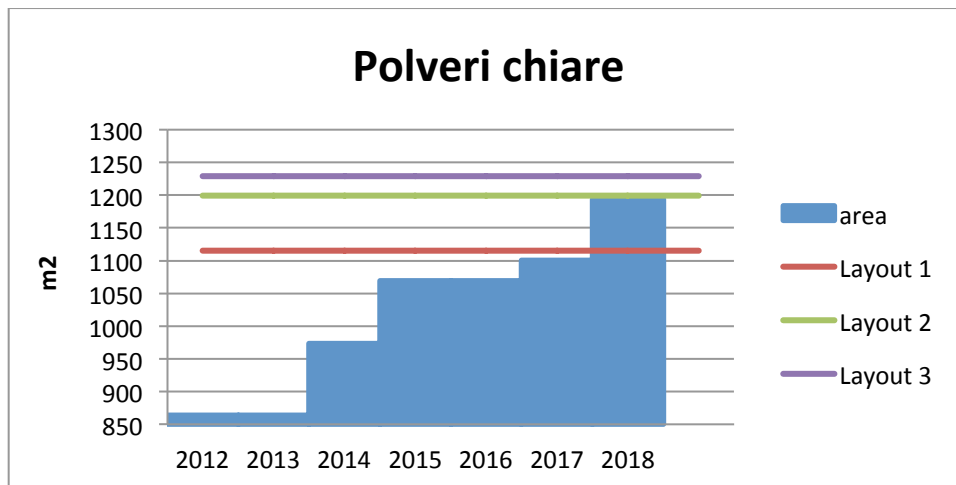
- Il ricevimento merci si sposta nell'area ora dedicata al reparto spedizioni. Con l'attuale configurazione di scaffalature si ha una capacità di stoccaggio pari a 351 p.p. a fronte di un fabbisogno di 121 p.p. Con lo spostamento delle celle frigorifere in quest'area sono state previste scaffalature per 80 p.p. , espandibili fino a 140 p.p.
- Il magazzino Materie Prime si sposta nell'area ora dedicata al magazzino Prodotti Finiti. Con l'attuale configurazione di scaffalature si ha una capacità di stoccaggio pari a 3240 p.p. (0,8x1,2) a fronte di un fabbisogno di 761 p.p. che diventano 3192 con l'apertura di un accesso per l'area Pesì Paste Concentrate. L'area soddisfa i fabbisogni
- Il reparto Polveri Chiare rimane nella locazione attuale inglobando anche le aree ora dedicate alle polveri scure. Questo ampliamento risulta essere leggermente sottostimato rispetto al necessario, ma solo dal 2018 (vedi fig. 54 - problemi inserimento confezionatrice per bianchi ed eventuale robot pallettizzatore)
- Il Reparto Pesì Polveri si sposta nelle aree ora dedicate al magazzino M.P. e alle celle frigorifere
- Il Reparto Polveri Colorate si sposta nel nuovo building
- Il Reparto Paste Concentrate invade l'area ora dedicata al reparto Confezionamento Paste, all'interno della quale si ricava anche un'area pesì dedicata. Entrambe soddisfano i fabbisogni richiesti
- Il deposito alcolici si sposta nell'area esterna ora dedicata al tunnel di raffreddamento, a ridosso del reparto pesì paste concentrate
- Il tunnel di raffreddamento si sposta in un'area esterna a fianco del Reparto Confezionamento Paste
- Il Reparto Paste Grasse invade le aree ora dedicate ai pesì e al ricevimento merci soddisfacendo il fabbisogno richiesto
- Il Reparto Confezionamento paste si sposta nel nuovo building a valle dei reparti paste

- Lo stoccaggio degli imballi primari e secondari viene spostato nell'area ora dedicata al magazzino P.F., in condivisione con le M.P. L'attuale configurazione di scaffalature, al netto del fabbisogno delle M.P., offre una capacità di stoccaggio di 2431 p.p. (0,8x1,2) ovvero 1620 p.p. (1x1,2). Gli imballi primari e secondari necessari alle polveri colorate e gli imballi secondari necessari al Confezionamento Paste possono essere stoccati in un'area del nuovo building. Le aree soddisfano i fabbisogni
- Il magazzino P.F. e il reparto spedizioni si trasferiscono nel nuovo building
- Le celle frigorifere per le M.P. si spostano nelle aree ora dedicate alle spedizioni e all'officina. La configurazione di scaffalature prevista (Lc=2,7m) offre una capacità di stoccaggio di 320 p.p. (espandibili) a fronte di un fabbisogno di 262 p.p.
- Spostamento del laboratorio controllo qualità e dell'ufficio bolle nell'area ora dedicata al Reparto Campioni
- Spostamento del Reparto Campioni e del deposito materiale promozionale nel nuovo building
- Spostamento dell'officina nel nuovo building
- Inserimento di celle frigorifere per P.F. e SML nel nuovo building
- Inserimento di un nuovo locale muletti all'esterno del magazzino P.F.

#### L1 – PRO E CONTRO QUALITATIVI

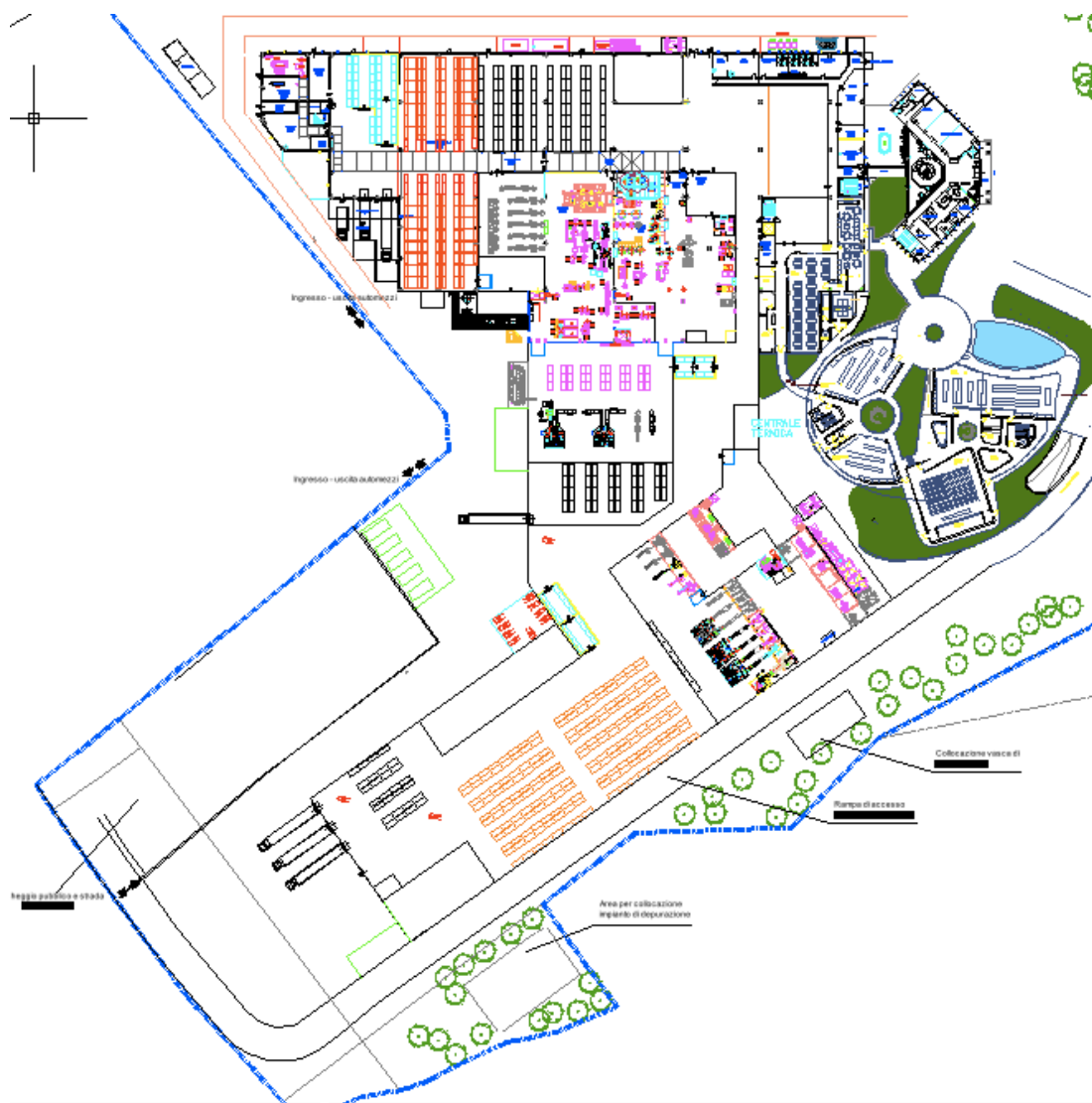
- + Ridotto impatto sulla situazione attuale
- + Espandibilità di tutte le aree di stoccaggio
- + Possibilità di aprire una bocca di scarico per imballi
- + Riduzione dei costi di trasporto imputabili ai SML in uscita dai reparti in seguito alla ricollocazione del Reparto Confezionamento Paste e alla conseguente eliminazione di controflussi
- + Riduzione dei costi di trasporto imputabili alla ricollocazione degli imballi
- Reparto polveri chiare sottodimensionato (dal 2018)

- Generazione controflussi da Reparto Pesi Polveri a Reparto Polveri Chiare e all'interno del reparto stesso
- Spostamento di alcune attrezzature (Reparto Polveri Colorate, Reparto Confezionamento Paste, celle frigorifere, tunnel, officina)
- Raggiungibilità complicata del reparto pesi paste concentrate
- Necessità di personale di magazzino per il trasporto dei bancali dal Reparto Pesi Polveri al Reparto Polveri Colorate
- Generazione controflussi all'interno del Reparto Paste Concentrate
- Verifica di compatibilità del layout con i pilastri del nuovo building



**Figura 54 – Analisi saturazione area Reparto Polveri Chiare**

## 6.2.2. L2 – Razionalizzazione del flusso dei materiali



### COSTO DELLA POLITICA DI TRASPORTO (PRODUZIONE ATTUALE)

DISTANZA PERCORSATA	~1.439 km/mese	~15.827 km/anno
COSTO DI TRSPORTO	~16.521 €/mese	~181.728 €/anno

### COSTO DELLA POLITICA DI TRASPORTO (PRODUZIONE FUTURA)

DISTANZA PERCORSATA	~2.880 km/mese	~31.678 km/anno
COSTO DI TRSPORTO	~33.007 €/mese	~363.074 €/anno

## L2 – CRITERI PROGETTUALI

- Il ricevimento merci si sposta nell'area ora dedicata al reparto spedizioni. Con l'attuale configurazione di scaffalature si ha una capacità di stoccaggio pari a 351 p.p. a fronte di un fabbisogno di 121 p.p. Con lo spostamento delle celle frigorifere in quest'area sono state previste scaffalature per 80 p.p. , espandibili fino a 140 p.p.
- Il magazzino Materie Prime si sposta nell'area ora dedicata al magazzino Prodotti Finiti. Con l'attuale configurazione di scaffalature si ha una capacità di stoccaggio pari a 3240 p.p. (0,8x1,2) a fronte di un fabbisogno di 761 p.p. che diventano 3192 con l'apertura di un accesso all'area pesi paste concentrate
- Il reparto Paste Concentrate invade l'area ora dedicata al reparto Confezionamento Paste, all'interno della quale si ricava anche un'area pesi dedicata. Entrambe soddisfano i fabbisogni richiesti
- Il reparto Paste Grasse invade le aree ora dedicate ai pesi e al ricevimento merci soddisfacendo il fabbisogno richiesto
- Il reparto Confezionamento paste si sposta nel nuovo building a valle dei reparti paste
- Il reparti Polveri e Pesi polveri si spostano nel nuovo building
- L'area silos si sposta in una nuova area esterna al nuovo building, a ridosso del reparto polveri. E' richiesta una modifica dell'architettonico originale
- Il Magazzino P.F. ed il reparto spedizioni si spostano nel nuovo building
- Spostamento del laboratorio controllo qualità e dell'ufficio bolle nell'area ora dedicata al reparto Campioni
- Spostamento del reparto Campioni e del deposito materiale promozionale nel nuovo building
- Lo stoccaggio degli imballi primari viene spostato nell'area ora dedicata al magazzino P.F., in condivisione con le M.P. L'attuale configurazione di scaffalature, al netto del fabbisogno delle M.P., offre una capacità di stoccaggio di 2431 p.p. (0,8x1,2) ovvero 1620 p.p. (1x1,2). Un'ulteriore

porzione dell'area attualmente occupata dal reparto polveri viene dedicata allo stoccaggio degli imballi per una capacità di 504 p.p. (1x1,2)

- Lo stoccaggio degli imballi secondari viene spostato in un'area del nuovo building. L'area soddisfa i fabbisogni
- Le celle frigorifere per le M.P. si spostano nelle aree ora dedicate alle spedizioni e all'officina. La configurazione di scaffalature prevista ( $L_c=2,7m$ ) offre una capacità di stoccaggio di 320 p.p. (espandibili) a fronte di un fabbisogno di 262 p.p.
- Il deposito alcolici si sposta nell'area esterna ora dedicata al tunnel di raffreddamento, a ridosso del reparto pesi paste concentrate
- Il tunnel di raffreddamento si sposta in un'area esterna a fianco del reparto confezionamento paste
- L'area dedicata agli imballi secondari comporta una modifica dell'architettonico originale
- Spostamento dell'officina in un'area di fronte al Reparto Paste Grasse
- Inserimento di celle frigorifere per P.F. e SML nel nuovo building
- Inserimento di un nuovo locale muletti all'esterno del magazzino P.F.

## L2 – PRO E CONTRO QUALITATIVI

- + Riduzione dei costi di trasporto imputabile agli imballi in seguito alla generazione di aree di stoccaggio dedicate a ridosso dei reparti produttivi
- + Riduzione dei costi di trasporto imputabili ai SML in uscita dai reparti in seguito alla ricollocazione del reparto Confezionamento Paste e alla conseguente eliminazione di controflussi
- + Espandibilità di tutte le aree di stoccaggio
- + Possibilità di aprire una bocca di scarico per imballi
- + Possibilità di ampliare i reparti paste verso monte

- Significativo impatto su spostamento attrezzature (Reparti Polveri e Confezionamento Paste, celle frigorifere, area silos, officina, tunnel)
- Aree dell'attuale building poco sfruttate
- Verifica di compatibilità del layout con i pilastri del nuovo building

### 6.2.3. L3 – Magazzino unico centrale per MP e P



#### COSTO DELLA POLITICA DI TRASPORTO (PRODUZIONE ATTUALE)

DISTANZA PERCORSATA	~1.649 km/mese	~18.141 km/anno
COSTO DI TRSPORTO	~18.898 €/mese	~207.880 €/anno

#### COSTO DELLA POLITICA DI TRASPORTO (PRODUZIONE FUTURA)

DISTANZA PERCORSATA	~3.405 km/mese	~37.455 km/anno
COSTO DI TRSPORTO	~38.995 €/mese	~428.941 €/anno



### L3 – CRITERI PROGETTUALI

- Lo stoccaggio delle M.P. e dei P.F. avviene in un'area condivisa del nuovo building
- L'accettazione M.P. e le spedizioni dei P.F. avvengono in una stessa area condivisa del nuovo building
- Il Reparto Paste Grasse ed il relativo Reparto Pesi si spostano nell'area ora dedicata al Reparto Polveri
- Il Reparto Paste concentrate invade l'area ora dedicata al Reparto Paste Grasse
- Il Reparto Confezionamento Paste invade l'area ora dedicata allo stoccaggio dei P.F.
- Il Reparto Polveri ed il relativo reparto Pesi si trasferiscono nel nuovo building, a valle del magazzino M.P./P.F.
- Lo stoccaggio degli imballi primari è trasferito nell'area ora dedicata al Reparto Spedizioni e al magazzino P.F.
- Lo stoccaggio degli imballi secondari è trasferito in un'area del nuovo building
- Il deposito alcolici si sposta in una nuova area esterna ai reparti e deve essere ricavata con nuovi interventi edificatori
- Nuovi uffici possono essere ricavati nelle aree liberate dallo spostamento dei Laboratori Qualità e dallo spostamento del Reparto Pesi Polveri

### L3 – PRO E CONTRO QUALITATIVI

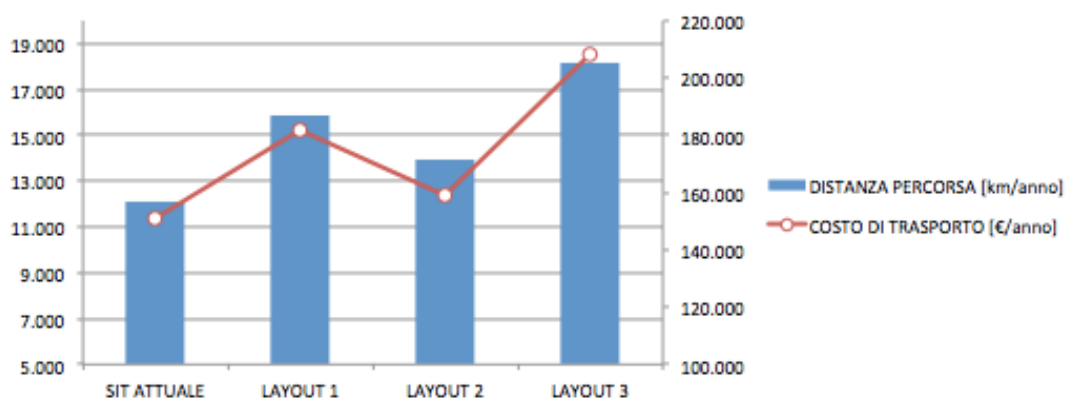
- + Espandibilità mensa e spogliatoi
- + Possibilità di utilizzare bocche di scarico già esistenti per il ricevimento degli imballi primari
  
- Significativo impatto su spostamento attrezzature (Reparti Polveri e Paste Grasse, celle frigorifere)

- Incremento dei costi di trasporto imputabili agli imballi secondari dovuti alla considerevole distanza dal Reparto Confezionamento Paste
- Incremento dei costi di trasporto imputabili a M.P. e P.F. dovuti al non corretto flusso delle movimentazioni
- Generazione di controflussi da e verso tutti i reparti produttivi
- La condivisione di un'unica area per lo stoccaggio sia di MP sia di PF può creare congestioni nel flusso dei materiali
- Problemi di illuminazione nel reparto confezionamento paste dovuti all'altezza del soffitto
- Mancato utilizzo altezza del reparto confezionamento paste e del magazzino imballi primari
- Posizione del deposito alcolici non ideale rispetto al reparto pesi paste concentrate
- Verifica di compatibilità del layout con i pilastri del nuovo building

## 6.3. VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE

### 6.3.1. Confronto in base ai costi e alle distanze

	PRODUZIONE ATTUALE		PRODUZIONE FUTURA	
	[km/anno]	[€/anno]	[km/anno]	[€/anno]
SIT ATTUALE	12.134	150.872		
LAYOUT 1	15.827	181.728	31.678	363.074
LAYOUT 2	13.896	159.030	28.322	323.804
LAYOUT 3	18.141	207.880	37.455	428.941



Il grafico mostra la valutazione comparativa dei layout in termini di *distanze* e di *costo di trasporto dei materiali* nell'unità di tempo (anno).

Il layout 1 presenta buone prestazioni in termini di costo e distanze ma non sembra soddisfare pienamente i requisiti delle aree necessarie, soprattutto in un'ottica a medio-lungo termine.

Il layout 2, invece, risulta essere il più competitivo in termini di costi e di distanze percorse, richiede maggiori investimenti per lo spostamento delle attrezzature ma soddisfa pienamente i requisiti delle aree e garantisce buoni margini di espansione dei reparti produttivi nel lungo termine, inoltre garantisce maggiori efficienza e qualità e presenta minori criticità.

Il layout 3, come detto precedentemente, risulta essere troppo oneroso sotto tutti i punti di vista ed è stato accantonato in uno stadio precoce del suo sviluppo.

### 6.3.2. Confronto tra le aree garantite

Le tabelle seguenti mostrano un riepilogo del confronto tra aree necessarie per la produzione e per lo stoccaggio.

	AREE DI PRODUZIONE [m2]		
	POLVERI	PASTE GRASSE	PASTE CONC.
ATTUALE	1115	569**	677**
FABBISOGNO 2018*	1739 (1193 + 545)	871	1002
LAYOUT 1	1738 (1115 + 623)	933	1145
LAYOUT 2	1798 (1199 + 599)	933	1145
LAYOUT 3	1789 (1229 + 560)	943	1449

\* dovuto a nuovi impianti

\*\* con ampliamento dicembre 2011

	AREE DI STOCCAGGIO [UDC]								
	M.P.	P.F.	ACCETT.	SPEDIZ.	CELLE M.P.	CELLE P.F.	CELLE SML	IMBALLI PRIMARI	IMBALLI SECONDARI
ATTUALE	542	3240	105	351	244	30	-	918 Ex Ghigi (468 a scaffale 450 a terra) 76 mag 1° piano	252 (0,8x1,2) 203 (1x1,2) 14 a terra
FABB. 2018 <sup>(1)</sup>	761	4225	121	375	262	39	22	994	252 (0,8x1,2) 203 (1x1,2) 14 a terra
LAYOUT 1	3192 <sup>(2)</sup>	4488 (5424)	80 (140)	420 (660)	320	96 (160)	48	2431 <sup>(2)</sup> (1x1,2) oppure 1620 (1x1,2) + 420 (1x1,2)	2431 <sup>(2)</sup> (1x1,2) oppure 1620 (1x1,2) + 504 (1x1,2)
LAYOUT 2	3192 <sup>(2)</sup>	4488 (5424)	80 (140)	420 (660)	320	96 (160)	48	2431 <sup>(2)</sup> (1x1,2) oppure 1620 (1x1,2) + 420 (1x1,2)	2431 <sup>(2)</sup> (1x1,2) oppure 1620 (1x1,2) + 504 (1x1,2)
LAYOUT 3	4992 <sup>(3)</sup> (6144)		525 <sup>(3)</sup> (900)		360 <sup>(3)</sup>		48	1008 (1480)	1123 m2 580 p.p.

(1) da campionamento attuale

(2) aree condivise tra M.P. e imballi

(3) aree condivise tra MP e PF

### ***6.3.3. Valutazione aggregata***

La proprietà dell'azienda ha gradito i risultati evidenziati nel corso dell'analisi e ha convenuto che l'alternativa più promettente fra quelle proposte per farne uno studio di layout definitivo fosse quella del layout 2. I risultati di tutte le indagini condotte, effettivamente, vanno nella medesima direzione.

A questo punto, le attività che l'azienda dovrà svolgere per portare a termine il progetto sono:

- 1) *Tuning* di dettaglio della soluzione scelta
- 2) Stima del costo di trasferimento delle attrezzature
- 3) Project management del progetto



## CONCLUSIONI

Il progetto ha avuto una durata complessiva di 8 mesi, durante i quali il sottoscritto si è dedicato full-time all'esecuzione dello studio. I relatori di questa tesi hanno svolto importanti compiti di supervisione e di sintesi dei dati raccolti, intervenendo nell'analisi dei costi, nella mappatura delle aree, e nella elaborazione delle presentazioni.

Ciascuna attività svolta durante il progetto sono importanti per il conseguimento degli obiettivi finali. Queste attività possono essere suddivise come segue:

### ANALISI E RACCOLTA DEI DATI:

Comprendono le seguenti indagini:

- Analisi dei processi aziendali (*macroprocessi*);
- Redazione dei Cicli di lavorazione;
- Analisi p-q;
- Micro-layout;
- Analisi preventive alla formulazione dei layout.

Tale categoria di attività è fondamentale per la buona riuscita di tutto il progetto di layout: la mancanza di dati inibisce qualsiasi possibilità di sintesi; dati non conformi alla realtà provocano gravi errori di valutazione. E' necessario perseguire la ricerca di informazioni integrando i dati quantitativi reperibili per lo più dai sistemi informativi e i dati qualitativi estrapolabili dai pareri delle persone che lavorano in azienda giorno dopo giorno. Servono buone doti comunicative e di osservazione; occorre inoltre saper gestire le diverse fonti di informazione.

### CALCOLO COSTI E DISTANZE:

Si tratta di importanti operazioni di sintesi dei dati rilevati nella fase analitica. Nel momento in cui l'organizzazione aziendale non preveda procedure standard bisogna adottare misure di buon senso per non snaturare la realtà dei fatti. La fase analitica può essere d'aiuto se si riscontrano conferme integrando dati qualitativi e quantitativi. Le operazioni di calcolo dei costi prevedono una particolare accuratezza

e precisione; è necessaria inoltre una verifica dei calcoli.

#### MAPPATURA AREE:

Mappare le aree durante l'analisi as-is significa fare una "fotografia" della situazione aziendale attuale per venire a conoscenza di quelle che sono le necessità di spazio. Mappare le aree delle nuove alternative consiste nello studiare le nuove locations per garantire un dimensionamento congruo alle aree necessarie. Bisogna inoltre essere consci degli approcci di lavoro che si usano all'interno degli stabilimenti per garantire la funzionalità delle aree di stoccaggio.

#### SVILUPPO ALTERNATIVE DI LAYOUT E RELAZIONI:

E' la fase del progetto forse più motivante per il *re-layout team* in quanto con tali strumenti (cartografie e relazioni) si vuole comunicare all'azienda la bontà delle soluzioni studiate. Servono buone doti di creatività, problem solving, senso della logica di stabilimento e di sintesi dei dati.

Quando si intraprende una razionalizzazione del layout per far sì che la nuova configurazione porti i risultati sperati è importante che i vertici aziendali siano i primi a credere nel progetto, e a dare il loro contributo, in quanto si va ad attuare un'innovazione che riguarda tutta l'organizzazione, non solo la logistica. Insieme alla nuova disposizione dei reparti sarebbe opportuno valutare un Business Process Re-Engineering per sfruttare maggiormente le opportunità derivanti dalla riorganizzazione.

Il re-layout è uno studio che viene condiviso tra due attori:

- L'azienda;
- Il team esterno di consulenti;

Per ogni fase del workflow è necessario *analizzare, sintetizzare e controllare* le informazioni prodotte. Maggiori sono le verifiche, maggiore sarà il tempo impiegato nell'esecuzione del layout, ma migliori e più affidabili saranno le conclusioni generate. Le *verifiche* possono essere di tipo *interno* se sono effettuate da un membro dell'azienda, o di tipo *esterno* se queste sono frutto della capacità di problem solving



del progettista o se provengono dall'integrazione delle diverse fonti informative. Tutte le attività del progetto sono importanti, e possono essere portate a termine grazie a un'ottima condivisione dei dati tra i membri del re-layout team. Le fasi di raccolta e analisi delle informazioni sono però particolarmente rilevanti. Esse:

- Richiedono maggior tempo di elaborazione;
- Richiedono il coinvolgimento di tutti gli stakeholders;
- Sono le basi di tutte le considerazioni che vengono fatte a valle;
- Richiedono l'integrazione delle diverse fonti.

Un layout aziendale deve infatti essere l'espressione di tutte le filosofie presenti in azienda per generare valore. Migliore è la comprensione di queste modalità, e più immediati saranno i gradi di libertà sui quali agire, per migliorare l'efficienza e garantire lo sviluppo del business.



## BIBLIOGRAFIA

1. *Progettazione computerizzata del layout degli impianti industriali.* **A.Pareschi, A.Regattieri, A.Persona.** 1999.
2. **Richard Muther & Associates.** Layout and Space Planning Course. [Online] 2007. [www.hpcinc.com/rma](http://www.hpcinc.com/rma) .
3. **A.Pareschi.** *Impianti Industriali.* Bologna : Progetto Leonardo - Società Editrice Esculapio, 2007.
4. **C.Mora.** *Progettazione del Layout di impianti industriali - Il software LRP.* 2008.
5. Soluzioni ERP/SCM. Logical System. [Online] 2012. [www.logicalsistem.it](http://www.logicalsistem.it)
6. *Wikipedia.* [Online] 2012. [it.wikipedia.org](http://it.wikipedia.org).
7. **M.Bandelloni, A.Pareschi, M.Tucci.** Progettazione automatica su pc del layout degli impianti industriali. *Impiantistica Italiana.* 1988.
8. **S.Heragu.** *Facities design.* Boston: PWS Publishing company.
9. *A multifactor approach to selecting computer generated electronics assembly facility layout.* **L.Galbraith, W.Miller.** 1, s.l.: Computer & Industrial Engineering, 1990, Vol. 18.
10. MEC3 di Optima s.r.l. MEC3. [Online] 2012. [www.mec3.it](http://www.mec3.it)
11. **A.Pareschi, E.Ferrari, A.Persona, A.Regattieri.** *Logistica Integrata e Flessibile.* Bologna : Progetto Leonardo - Società Editrice Esculapio, 2002.



## RINGRAZIAMENTI

Desidero innanzitutto ringraziare il Professor Alberto Regattieri per i preziosi insegnamenti e per la professionalità, la disponibilità e l'onestà con i quali mi ha accompagnato in questo percorso di tesi.

Inoltre ringrazio sentitamente Giulia Santarelli per il cortese supporto e per il fondamentale contributo forniti durante le attività del progetto.

Intendo poi ringraziare Luciano Carestiato e Alessandro Pagnini per la gentile ospitalità in Mec3 e per la loro disponibilità a dirimere i miei dubbi durante la stesura di questo lavoro.

Ringrazio Giordano Emendatori, Maurizio Raggi e Roberto Giannoni per avermi dato l'opportunità di lavorare a questo progetto.

Ringrazio Daniele P., Claudia C., Enrico G., Marzia D.S., Marco F. e Robinson R., per aver allietato le mie giornate in azienda.

Ringrazio Vitali Z., Ivan G., Flavio P., Mauro V., Andrea C. Simone P., Gaetano P., Paolo C., Paolo M., Alessandro G., Gianluca R., e tutto il personale operativo di Mec3 e Target per la gentile collaborazione e per le informazioni fornite.

Un ringraziamento particolare va a Lorenzo R., con il quale ho condiviso questa lunga avventura universitaria, per la sua infinita generosità e la sua insostituibile compagnia.

Inoltre ringrazio Lorenzo M., Rocco M. e Guglielmo P. senza i quali il mio percorso universitario sarebbe stato certamente più breve, ma irrimediabilmente noioso.

Infine voglio ringraziare con affetto i miei genitori e mia sorella per il sostegno, la pazienza e la fiducia che mai mi hanno sottratto in tutti questi anni.

Ora che mi ritrovo a pensare al modo migliore per ringraziare tante persone e a scegliere per loro le parole più adatte, mi rendo conto che non esistono parole per esprimere la mia gratitudine a Francesca per quanto fatto in questi mesi, che forse le parole giuste devono ancora essere inventate. Ma, forse, le parole non bastano. Giusot amki!

AV