

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI TECNICA E GESTIONE DEI SISTEMI
INDUSTRIALI

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELL'INNOVAZIONE DEL
PRODOTTO



TESI DI LAUREA MAGISTRALE

Studio e progettazione di un magazzino
per le maschere di saldatura

Relatore: Ch.mo Prof. Alessandro Persona

Laureando: Alberto Guarda

Anno Accademico 2016/2017

*“Life is like riding a bicycle.
To keep your balance you must be moving”
Albert Einstein*

RINGRAZIAMENTI

Desidero innanzitutto ringraziare il professor Persona Alessandro per i preziosi insegnamenti, per la passione che riesce a trasmettere ai suoi studenti e per i consigli durante i due anni di laurea magistrale, lo ringrazio inoltre per avermi seguito e consigliato nel mio percorso di tesi magistrale.

Mi sembra doveroso, dopo un percorso di cinque anni, ringraziare anche il professor Timelli Giulio per avermi seguito durante la tesi triennale e per avermi saputo altrettanto bene, consigliare e seguire.

Un ringraziamento va anche a tutte le persone e i dipendenti della sede di Breganze (VI) della AGCO corp, per avermi ospitato nei sei mesi di stage e avermi permesso di svolgere la tesi, in particolare vorrei ringraziare Nicola Fin e Giovanni Pasin per l'aiuto e l'esperienza che cercano di trasmettermi ogni giorno e Giulio Mattarolo, Pierangelo Dalla Valle, Daniele Battistello, Riccardo Giacomini, Eros Conton, Andrea Sperotto e Riccardo Meneghini per i loro contributi. Un ringraziamento speciale lo devo anche agli operatori Domenico Barbiero e Simone Viero senza il loro aiuto e la loro esperienza il lavoro di raccolta dati sarebbe stato molto più lungo e faticoso. Oltre a loro devo un grandissimo ringraziamento al mio tutor aziendale Matteo Ghezzi, che pur sommerso di lavoro, ha sempre tentato di aiutarmi e darmi una mano nel lavoro di tesi; lo vorrei ringraziare inoltre per la passione, per l'impegno e la spensieratezza che ha saputo trasmettermi in questi mesi di lavoro e cosa più importante per aver creduto in me, vorrei che sapesse che per me è un modello di ingegnere, a livello umano e tecnico, a cui tendere per essere degno di tale titolo.

Sarò sempre riconoscente alla mia famiglia: papà, mamma, Laura per avermi cresciuto, educato e sempre sostenuto in ogni mio percorso ed in ogni mia scelta di vita, li porterò sempre con me e spero di averli resi orgogliosi.

Ringrazio infine, Rebecca, per essere sempre stata al mio fianco, per sostenermi sempre, per avermi incitato e incoraggiato in questo percorso e al di fuori, per essere per me così tanto speciale, non basteranno mai così poche parole per ringraziarla a sufficienza per quello che fa per me.

Vorrei ringraziare inoltre i nonni, lo zio e i parenti tutti per aver sempre creduto in me e avermi sostenuto, oltre a loro ringrazio anche i miei ragazzi che anche nelle difficoltà sono sempre riusciti a strapparmi un sorriso, auguro a loro traguardi migliori di questi!

INDICE

SOMMARIO	ix
INTRODUZIONE	xi
CAPITOLO 1: Laverda – AGCO Group	1
1.1 Mission aziendale	1
1.2 Laverda: origini e storia	2
1.3 Agco	5
1.4 Lo stabilimento di Breganze.....	6
1.5 Mietitrebbie prodotte nello stabilimento	8
1.6 Principi di funzionamento di una mietitrebbia	13
CAPITOLO 2: Tipologie di stoccaggio e relativi magazzini	17
2.1 Classificazione dei magazzini	17
2.2 Indici caratteristici dei magazzini.....	18
2.3 Modalità di immagazzinamento e tipologie di magazzini manuali.....	20
2.3.1 Immagazzinamento di unità di carico	20
2.3.2 Immagazzinamento di colli e materiale vario	25
2.3.3 Immagazzinamento di prodotti speciali	27
2.3.4 Magazzini serviti da carrelli industriali	29
2.4 Magazzini intensivi automatizzati.....	31
2.4.1 Vantaggi e svantaggi dei magazzini automatici.....	31
2.4.2 Le fasi del progetto di un magazzino automatico	32
2.4.3 Le tipologie di magazzino automatico	32
2.4.4 Elementi di un magazzino automatico	36
CAPITOLO 3: Layout aziendale attuale	39
3.1 Flussi produttivi.....	39
3.2 Reparto 11 – Taglio–piega	41

3.3 Reparto 08 – Saldatura	43
3.3.1 Robot 89.51	43
3.3.2 Robot 89.52	44
3.3.3 Robot 89.56	46
3.3.4 Robot 89.59	47
3.3.5 Sistema FMS di saldatura	48
CAPITOLO 4: Classificazione delle dime di saldatura	51
4.1 Procedura seguita per la classificazione	51
4.2 Descrizione delle aree di stoccaggio delle maschere.....	53
4.3 Dati Raccolti	58
CAPITOLO 5: Analisi economica	69
5.1 Procedura seguita per l’analisi economica	69
5.2 Esempio di cambio maschera	70
5.3 Stima del costo di set-up.....	72
CAPITOLO 6: Nuovo layout e proposte dei magazzini per i robot.....	75
6.1 Nuovo layout aziendale	75
6.2 Proposte di magazzini per le maschere di saldatura	77
CONCLUSIONI	81
BIBLIOGRAFIA	83

SOMMARIO

L'elaborato si concentra nello studio e sulla progettazione di un magazzino per le dime o maschere di saldatura dei robot di una realtà produttiva del vicentino: la AGCO Group nella sede di Breganze.

Nella sede produttiva della AGCO a Breganze vengono prodotte le mietitrebbie marchiate FENDT, MASSEY FERGUSON e LAVERDA che andranno poi vendute nel mercato europeo, africano e medio orientale.

Il lavoro si inserisce in un contesto di re-layout della parte produttiva dell'azienda (reparti taglio piega e saldatura) in particolare sono state studiate le attrezzature che vanno installare sui robot per la saldatura.

L'analisi è stata condotta per un centinaio di maschere o dime montate su 4 diversi robot e su un sistema FMS di saldatura.

L'obiettivo è quello di classificare le attrezzature disponibili attualmente nel reparto e di studiarne il modo in cui viene fatto il "set-up" o cambio maschere nei diversi robot, in modo da poterne ricavare dati utili per l'analisi economica e poter stabilire un budget per il dimensionamento di un magazzino per le stesse, da inserire nel nuovo layout.

L'elaborato è suddiviso in 6 capitoli: dopo una breve introduzione all'azienda e ai prodotti che essa produce, si descrivono le diverse tipologie di magazzini disponibili per lo stoccaggio delle merci. I successivi capitoli si concentrano nella descrizione del layout aziendale attuale, nella raccolta dati sulle diverse maschere di saldatura dei diversi robot, sull'analisi "SMED" svolta per ogni robot e infine sulle scelte finali effettuate e nella descrizione del nuovo layout, in particolare l'area interessata dall'elaborato.

Con il primo capitolo si vuole descrivere brevemente la storia aziendale, il sito produttivo Breganzese e le famiglie di prodotti in modo da introdurre il lettore nel contesto aziendale e farsi un'idea sui pezzi che vengono saldati internamente.

Il secondo capitolo spiega le diverse tipologie di magazzino attualmente disponibili sul mercato, i loro vantaggi e svantaggi e le loro differenze. Inoltre viene spiegato il contesto in cui è più conveniente utilizzare un magazzino piuttosto che un altro e perché preferire una tipologia rispetto ad un'altra.

Il terzo capitolo è incentrato nella descrizione del layout e dei flussi produttivi aziendali attuali, per poi concentrarsi specificatamente sul reparto saldatura: in particolare la descrizione dei robot e lo stoccaggio attuale delle attrezzature.

Il quarto capitolo vuole dare una panoramica sul lavoro di classificazione delle dime di saldatura svolto per ogni robot, in particolare se ne descrivono i dati significativi raccolti per il successivo dimensionamento del magazzino.

Il quinto capitolo si concentra sull'analisi "SMED" eseguita per il cambio maschera di ogni robot e con i dati estrapolati dall'analisi si espone l'analisi economica svolta per stabilire un budget di progettazione e stabilire il tempo di ritorno sull'investimento.

Il sesto capitolo infine espone il nuovo layout della produzione, in particolare il reparto saldatura e se ne evidenziano le scelte progettuali fatte sullo stoccaggio delle maschere in base ai vincoli di spazio e denaro e le proposte di stoccaggio delle dime per i robot non spostati.

INTRODUZIONE

La gestione delle attrezzature o utensili per la lavorazione è da sempre un punto caldo per un'azienda e un punto di perdita notevole di risorse temporali e quindi finanziarie oltre che di spazio.

Durante lo stage didattico nell'azienda AGCO, ex Laverda, mi è stato chiesto di analizzare lo stoccaggio, l'uso e il set-up delle dime per la saldatura con robot, classificandole e abbinandole al pezzo saldato, in modo da trovare una soluzione economica che permettesse lo stoccaggio, la reperibilità e la movimentazione facilitata delle stesse, il tutto in sicurezza.

Ho sfruttato e completato il lavoro svolto in azienda per svolgere l'elaborato.

Progettare un magazzino per degli oggetti così voluminosi come le maschere di saldatura non è scontato e vi sono pochi esempi di case study di magazzini per oggetti voluminosi e così poco movimentati.

Le condizioni proibitive con cui gli operatori addetti stoccavano e movimentavano le maschere comunque richiedeva uno studio e una definizione ordinata di un magazzino per semplificare il lavoro e risparmiare così del tempo.

Lo scopo del mio lavoro, e quindi della tesi, è quello di progettare un magazzino per le maschere di saldatura dei robot utilizzate in quest'azienda al fine di minimizzare lo spazio occupato, i tempi di set-up, il tempo per la movimentazione e la ricerca delle stesse.

CAPITOLO 1

LAVERDA® - AGCO GROUP

1.1 Mission Aziendale

Nella scelta di una mietitrebbia cosa conta, veramente, per il cliente? L'esperienza acquisita negli anni indica due valori precisi: l'affidabilità del mezzo e la sua capacità di generare produttività, contribuendo alla redditività dell'impresa.

Da questa considerazione nasce il pay off aziendale, **“La nostra affidabilità, la tua produttività”**, che nello stile diretto della comunicazione aziendale, esprime la mission Laverda: essere un punto di riferimento sicuro e specialistico per le esigenze di un'agricoltura moderna che vuole crescere e produrre reddito nel massimo rispetto dell'ambiente.

Laverda, impresa che vanta 140 anni di storia, per il suo specifico know-how progettuale e produttivo nell'ambito delle macchine da raccolta, è stata identificata da Agco come parte integrante della propria strategia globale finalizzata ad un'offerta completa di soluzioni all'avanguardia per i professionisti dell'agricoltura e per contribuire a nutrire il mondo. Agco, presente con i suoi prodotti e servizi in oltre 140 paesi nel mondo, ha inoltre indicato nell'innovativo centro di Breganze, il sito produttivo d'eccellenza per le mietitrebbie destinate ai mercati di Europa, Africa e Medio Oriente.

Il know-how acquisito dall'azienda nel corso degli anni si traduce in macchine dalle grandi potenzialità e dall'elevato contenuto tecnologico che sono oggi il frutto di una stretta integrazione tra i reparti ricerca e sviluppo di Agco e Laverda: a Breganze come a Santa Rosa in California o a Hesston nel Kansas, l'accesso ad una piattaforma comune on line consente ai progettisti di condividere i disegni globali (realizzati con modellatore CAD 3D) per confrontarsi nelle diverse fasi di sviluppo del progetto.

1.2 Laverda: origini e storia

L'azienda Laverda viene fondata da Pietro Laverda nel 1873 con il nome di "Ditta Pietro Laverda", a San Giorgio di Perlana (VI), prima bottega artigianale per la produzione di attrezzi agricoli quali trebbiatrici manuali, ventilatoti per granaglie, sgranatoi per il mais, trinciaforaggi, pressaforaggi manuali. Oltre a ciò venivano prodotte macchine enologiche (pigiatrici, torchi, pompe per il travaso dei vini) ed orologi per campanile.

Nel 1905 con il trasferimento a Breganze, in quella che poi resterà per oltre settant'anni la sede principale, l'azienda assume carattere industriale con oltre 100 dipendenti. La produzione copre le esigenze di un'agricoltura che comincia a conoscere la meccanizzazione: trebbiatrici manuali, trinciapaglia, ventilatori per granaglie, torchi per vinacce, sgranatoi per il mais e diversi altri prodotti per l'agricoltura.

Al termine del primo conflitto mondiale, chiusa la fase della produzione bellica, l'attività riprende a pieno regime.

Alla morte del fondatore, Pietro Laverda Sr (1845-1930) al timone dell'azienda subentrano i giovani nipoti Pietro Jr e Giovanni Battista, a loro si deve la svolta innovativa nella produzione che porta presto la Laverda ad essere una delle maggiori aziende italiane del settore.

Nel 1934 la società presenta la prima falciatrice meccanica a traino animale, la 48 A, nel 1938 lancia sul mercato la prima mietilegatrice italiana con larghezza di taglio da 1.82 m. Nasce anche una gamma completa di macchine per la fienagione come rastrelli meccanici, voltafieno e ranghinatori. Grazie alla collaborazione commerciale con la Federazione dei Consorzi Agrari l'azienda è leader nel mercato italiano e impiega oltre 350 operai.

È il 1956 quando, forte dell'esperienza e della notorietà acquisita con mietilegatrici, Laverda progetta e realizza la prima mietitrebbia semovente italiana la M60, con cui comincia a competere sui mercati italiani e internazionali. In figura 1.1 è mostrata la M60.



Figura 1.1 Prima mietitrebbia semovente italiana, Laverda M60 [1]

Il 1971, segna un'altra svolta nella storia di Laverda, infatti nello stesso anno inizia la produzione del modello M100AL, mostrata in figura 1.1, prima mietitrebbia con sistema di livellamento trasversale e longitudinale, progettata per i terreni di collina. In questo periodo l'azienda è leader indiscussa del mercato italiano ed è presente in oltre 40 paesi del mondo.



Figura 1.2 Mietitrebbia Laverda, Modello M100AL [1]

Nel 1981 in un momento di grande sviluppo l'Azienda erige un nuovo stabilimento a Breganze ed entra in partnership con il gruppo FIAT, con il quale resterà legata per un ventennio. Dalle modernissime linee esce la grande M 182, primo modello ad essere dotato di importanti funzioni controllate elettronicamente.



Figura 1.3 Mietitrebbia Laverda, modello M182 [1]

Nel 1982 la Laverda SpA viene rilevata dalla Fiat Trattori ed entra a far parte del gruppo Fiatagri.

Nel 1993 la produzione Laverda supera le 50.000 mietitrebbie prodotte.

Nei primi anni 2000 la Argo SpA, società finanziaria della famiglia Morra, già proprietaria di Landini, acquisisce lo stabilimento di Breganze. La nuova proprietà rilancia con forza sul mercato lo storico marchio Laverda con una nuova linea di mietitrebbie, di presse per balle giganti e di roto presse. Nel 2004 Laverda SpA acquista il marchio e l'azienda tedesca Fella, produttrice di macchine per la fienagione. Nel 2007 la Argo SpA costituisce una joint venture al 50% tra Laverda SpA e AGCO Corporation, di Duluth, Georgia, uno dei principali costruttori e distributori di trattori e macchine agricole al mondo. Per Agco, Laverda produce le proprie mietitrebbie nei marchi Fendt, Massey Ferguson e Challenger già dal 2004.

Alla fine del primo decennio del 2000 sono confermati i piani di sviluppo per Laverda, Centro Europeo d'Eccellenza per la produzione delle mietitrebbie. AGCO concentra tutta la produzione europea di mietitrebbie nello stabilimento di Breganze confermando così l'elezione di Laverda come sede strategica per le attività riguardanti le mietitrebbie in Europa. Ciò comporta l'integrazione completa del prodotto nella realtà Laverda. Nel novembre 2010, infine, vi è l'accordo per l'acquisto del 100% di Laverda e Fella da parte di AGCO e nel marzo 2011 AGCO conferma la piena proprietà di Laverda e Fella.

1.3 Agco

Agco (in figura 1.1 è mostrato il logo dell'azienda) è un gruppo statunitense fondato nel 1990, con sede in Georgia, a Duluth. Quotato alla Borsa di New York. Grazie a numerose acquisizioni, il gruppo è divenuto leader mondiale nella produzione di trattori e macchine agricole. Attualmente è il terzo gruppo al mondo (10,8 miliardi di dollari di fatturato nel 2013) dopo John Deere e Case New Holland (CNH) le quali però, producono anche macchine movimento terra.

È presente in più di 140 Paesi, tra cui l'Italia e tra i principali Brand di AGCO si possono trovare aziende del calibro di Fendt, Massey Ferguson, Challenger, Valtra, Laverda.



Figura 1.4 Logo della AGCO [2]



Figura 1.5 Ingresso dello stabilimento di Breganze e logo dell'azienda [1]

Gli stabilimenti produttori di mietitrebbie sono dislocati in quattro punti, rispettivamente a Santa Rosa in Brasile, a Hesston negli USA, a Shandong in Cina e a Breganze in Italia di cui in Figura 1.5 vediamo l'ingresso dello stabilimento. Grazie ai propri brand oltre che alle mietitrebbie, AGCO offre ai clienti anche trattori, pezzi di ricambio, depositi grano, attrezzature per fieno, semina e aratura. È interessante notare dal grafico delle vendite in figura 1.6, come la vendita delle mietitrebbie (“*combines*”) occupi una percentuale ridotta delle vendite complessive di AGCO, il 4%, mentre la vendita dei trattori ne occupa il 57% la maggior parte del suo mercato.



Figura 1.6 Mercato percentuale di Agco [2]

1.4 Lo stabilimento di Breganze

Il presente elaborato è stato sviluppato in concomitanza all'esperienza di stage svolta presso lo stabilimento di Breganze.

Esso, come già detto, vanta una storia ultracentenaria su territorio nazionale e a oggi AGCO concentra qui tutta la produzione europea di mietitrebbie, destinandole poi alla zona EAME cioè ai mercati di Africa, Europa e Medio Oriente.

L'intero complesso si estende in un'area di circa 25 ettari, comprendente anche un ampio parcheggio per i dipendenti e il parco mietitrebbie in attesa di spedizione. A oggi sono impiegati circa 660 dipendenti, 300 dei quali sono operatori che contribuiscono in prima persona alla produzione. La linea produttiva delle mietitrebbie è composta da 11 stazioni, supportate da 12 stazioni di pre-assemblaggio: in media il tempo per completare una macchina è di 16 ore, con una capacità produttiva massima giornaliera di 7 macchine.



Figura 1.7 Stabilimento della AGCO a Breganze [1]

Il complesso, mostrato in figura 1.7, è così suddiviso:

1. Sala conferenze Agridome.
2. Uffici amministrativi.
3. Reparto saldatura (all'interno dello stabilimento).
4. Accettazione.
5. Reparto di verniciatura.
6. Prototipi e AGCO Parts (reparto pezzi di ricambio).
7. Spedizioni.
8. Mensa, infermeria, spogliatoi, uffici.
9. Parco mietitrebbie.

1.5 Mietitrebbie prodotte nello stabilimento

Attualmente nello stabilimento di Breganze vengono prodotte le mietitrebbie marchiate Fendt, Massey Ferguson e Laverda. La grande differenza tra i modelli sta sostanzialmente nelle due diverse tipologie di sistema di separazione della granella dalla paglia: uno è un sistema a scuotipaglia mentre l'altro un sistema ibrido con rotori.

I modelli prodotti sono indipendenti dal brand e sono suddivisi in quattro famiglie. Di seguito i modelli prodotti:

- M 400
- M400 LEVELLING CONCEPT
- M300
- M200 e M180
- AUTOLIVELLANTI
- RISO
- DELTA e CENTORA

La prima famiglia di prodotti è la famiglia ECONOMY di cui fanno parte la M180 e la M200. Le serie M200 e M180 garantiscono affidabilità, potenza versatilità, con un investimento economico contenuto. Offrono una gran resa anche su terreni umidi o sconnessi. In figura 1.8 è mostrata una M200 marchiata Laverda in azione sul campo.



Figura 1.8 Mietitrebbia M200 in azione sul campo [1]

Di questa famiglia fanno parte anche le autolivellanti, con le serie autolivellanti si può effettuare la raccolta dove un tempo pareva impossibile, affrontano pendenze trasversali del 40%, del 30% in salita e del 10% in discesa. Ogni particolare è inoltre studiato proprio per consentire condizioni di lavoro ottimali su salite e discese impegnative. I modelli sono AL QUATTRO EVO e AL QUATTRO TECHNO. In figura 1.9 è mostrata una autolivellante in azione su campo.



Figura 1.9 Mietitrebbia autolivellante in azione sul campo [1]

Della famiglia di prodotti UTILITY fa invece parte la serie M300. Essa si posiziona nella fascia medio-alta del mercato, con l'obiettivo di soddisfare le esigenze delle imprese che vi operano adottando criteri di competitività nei costi e di controllo della qualità del prodotto. I modelli per questa serie sono M300, M310 M300 MCS, M310 MCS. In figura 1.10 è mostrata una mietitrebbia brandizzata Laverda M300 in azione su campo.

La penultima famiglia di prodotti è la famiglia detta HIGHLINE di cui fanno parte le M400 e M410. La serie M 400 nasce con l'obiettivo di soddisfare le molteplici richieste del mercato con innovazioni e soluzioni tecniche che fanno parte dell'esclusivo sistema Laverda. In figura 1.11 è mostrata la M410 brandizzata Laverda.



Figura 1.10 Mietitrebbia M300 in azione su campo [1]



Figura 1.11 Mietitrebbia M410 brandizzata Laverda [1]

Nelle M400 levelling concept, invece, la peculiarità è il sistema di livellamento ad azione laterale, esclusivo e brevettato. Il sistema assicura il livellamento trasversale

fino al 20%, consentendo di operare in condizioni ottimali sulle pendenze europee, con elevate prestazioni e un comfort di guida ideale in perfetta sicurezza. Infine, grazie all'ingombro esterno ridotto, semplifica anche gli spostamenti su strada. Altri modelli appartenenti a questa serie sono la M400 LCI, M410 LC. In figura 1.12 è mostrata la mietitrebbia M400 Levelling Concept brandizzata Laverda.



Figura 1.12 Mietitrebbia M400 Levelling Concept brandizzata Laverda [1]

Una famiglia particolare di mietitrebbie sono i modelli riso. Essi rispondono alle esigenze di una risicoltura di qualità anche nei contesti che permettono più di due raccolti l'anno. La particolare cingolatura e larghi pattini offrono un galleggiamento ottimale e un'agevole manovrabilità in risaia. I modelli sono la M200 RISO, M400 RISO, M410 RISO, M300 MCS RISO, M310 MCS RISO. In figura 1.13 è mostrata una mietitrebbia modello riso in azione su campo.

Infine resta l'ultima famiglia di macchine, la famiglia PREMIUM composta dai modelli Delta e Centora, essi sono dotati di tecnologia di separazione ibrida, a differenza dei precedenti modelli dotati di sistema di separazione a scuotipaglia. I modelli Delta e Centora offrono una scelta di mietitrebbie ad alte prestazioni per aziende che richiedono potenza, affidabilità e massimo livello tecnologico. I nuovi modelli sono realizzati su misura per le esigenze delle grandi aziende agricole e

contoterzisti che pongono in primo piano costi operativi ed efficienza. In figura 1.14 è mostrata un modello Centora brandizzato Fendt.



Figura 1.13 Mietitrebbia modello Riso in azione su campo [1]



Figura 1.14 Mietitrebbia Fendt Serie X e P [2]

1.6 Principi di funzionamento di una mietitrebbia

Come detto in precedenza vi sono due tipologie essenzialmente di modi di separare la granella dalla paglia: gli scuotipaglia e la tecnologia ibrida, a seconda della tipologia che montiamo in macchina cambia anche la seconda parte del funzionamento di una mietitrebbia, di conseguenza distingueremo e tratteremo separatamente le due diverse tecnologie.

La mietitrebbia è una macchina agricola composta da un numerosi componenti, capace di mietere e allo stesso tempo trebbiare varie tipi di colture. Nella fase di mietitura il prodotto viene tagliato e convogliato all'interno della macchina verso fasi successive, con la trebbiatura si riesce a ottenere la separazione della granella dalla paglia.

In figura 1.15 sono evidenziati i principali organi costituenti una mietitrebbia convenzionale con tecnologia scuotipaglia.



Figura 1.15 Principali organi che compongono una mietitrebbia [1]

1. Barra di taglio. Costituita nella parte più anteriore da ASPO, l'elemento che ruotando taglia il prodotto dal terreno e lo convoglia verso l'interno della barra.
2. Coclea. Ruotando spinge la coltura appena tagliata verso il canale elevatore.
3. Rullo con dita. Elemento che ruota e trasporta ciò che è stato tagliato sul canale elevatore.

4. Elevatore. Trasporta il prodotto verso le parti interne della macchina, dove avverrà la separazione.

5-6. Battitore e controbattitore. Sono i due elementi che permettono la separazione della granella dalla paglia, anche se ancora mescolati. Il battitore è un tamburo con sporgenze, mentre il controbattitore è una struttura semicircolare che lo avvolge. La rotazione del battitore causa una frizione con il controbattitore che determina un flusso formato da granella e uno formato da materiale di scarto.

7. Postbattitore, qui avviene un'ulteriore separazione con lo stesso principio di battitore e controbattitore.

8. Scuotipaglia. Elementi longitudinali di notevole lunghezza. In una macchina sono presenti dai 5 agli 8 scuotipaglia (le configurazioni classiche sono però a 5 o 6 scuotipaglia) che con il loro movimento sussultorio, generato dalla presenza di un albero a gomiti, permettono la divisione della granella dalla paglia per gravità.

Invece per quanto riguarda la tecnologia ibrida, la prima parte del processo è la medesima, ovvero la barra taglia, la coclea spinge il tagliato verso l'elevatore che lo porta fino al complesso battitore – controbattitore, ora il prodotto arriva ad un Rotor Feeder, mostrato in figura 1.16, che lo divide in due flussi uniformi e lo guida verso i rotori di separazione. Ampie aperture consentono l'ingresso di notevoli quantità di prodotto nei rotori di separazione. Il flusso uniforme del prodotto garantisce vantaggi decisivi in termini di consumo di carburante nonché di qualità della paglia. Infine i rotori di separazione con movimento controrotante e denti a spirale convogliano attivamente il prodotto all'interno e, tramite la forza centrifuga generata, lo spingono all'esterno contro i controbattitori separando così la granella. Questa elevata capacità di separazione costante consente una maggior produzione rispetto alle mietitrebbie rotative e con scuotipaglia. Gli speciali denti a spirale lungo i rotori di separazione favoriscono il trasporto del prodotto. I denti sono angolati per evitare di danneggiare la paglia e consentire la massima capacità di separazione. I controbattitori sotto i rotori consentono la massima capacità di separazione per un trattamento delicato del prodotto e paglia di ottima qualità. In figura 1.17 sono mostrati i controbattitori dei rotori, invece in figura 1.18 è mostrato l'intera tecnologia ibrida.

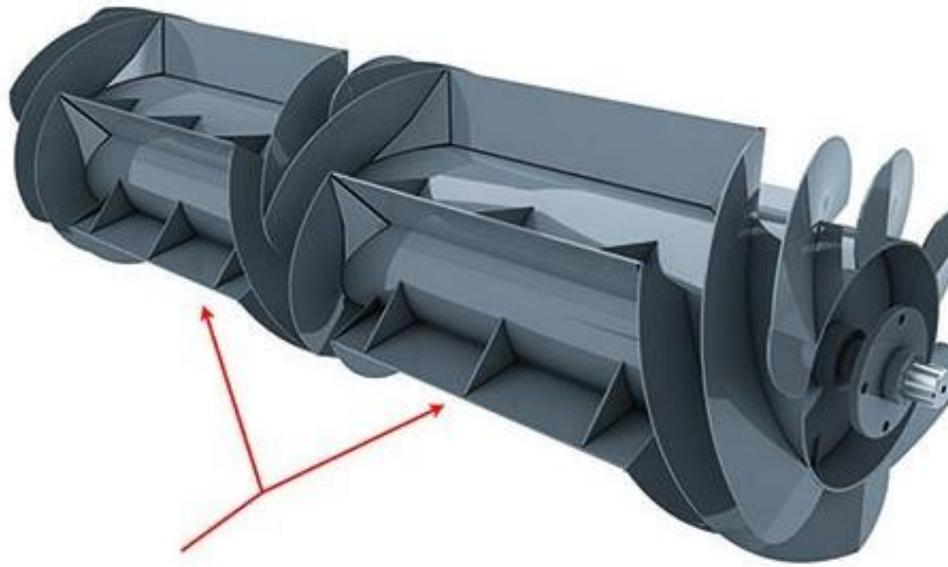


Figura 1.16 Rotor Feeder [2]



Figura 1.17 Controbattitori dei rotori [2]



Figura 1.18 Tecnologia di trebbiatura ibrida [2]

CAPITOLO 2

Tipologie di stoccaggio e relativi magazzini

2.1 Classificazione dei magazzini

Vi sono due diverse modalità di classificazione dei magazzini, la classificazione per livello di automazione e la classificazione per tipologia.

Nella classificazione per tipologia si possono distinguere:

- **Magazzino per unità di carico:** in questa tipologia di magazzino la merce viene stoccata, come dal nome, per singole unità di carico; possono esse essere: pallet (è l'unità di carico più diffusa. Esso è normalizzato ISO1 con le misure 800*1200 e permette di standardizzare i processi e le procedure), gabbie metalliche (esse vengono usate principalmente per particolari meccanici o materiali con poca stabilità), ceste (utilizzate principalmente per materiale di vetro) e contenitori in plastica (vengono usati per materiali leggeri). Si utilizza una rispetto ad un altro a seconda del tipo di materiale che si ha necessità di stoccare. [3]
- **Magazzino per colli:** i colli sono contenitori od oggetti che arrivano al massimo a mezzo metro. Essi sono principalmente scatole di cartone o di plastica, ma anche un singolo oggetto può essere considerato tale. Si deduce che i colli possono essere singoli oggetti (ad esempio un rossetto) o piccole unità di imballo secondario (scatole). Questa tipologia di organizzazione di magazzino viene utilizzata principalmente nel settore farmaceutico, dove le singole unità sono molto piccole e diventa quindi conveniente raggrupparle in colli per facilitare lo stoccaggio e la successiva spedizione. [3]
- **Magazzini speciali:** citiamo anche questa tipologia solo per completezza ma non sono troppo diffusi. È il caso di materiali particolari, come ad esempio i tessuti che hanno l'esigenza di essere stoccati rispettando determinate forme o conformità igieniche che non possono essere ottenute con scatole, gabbie o pallet. [3]

Invece nella classificazione per livello di automazione possiamo citare:

- Manuale: gestione e movimentazione della merce, e manutenzione vengono effettuate da operatori specializzati. [3]
- Semiautomatico: magazzino gestito per metà da operatori specializzati e per metà automaticamente. [3]
- Automatico: il magazzino viene completamente gestito in modo meccanico, ad eccezione della manutenzione che viene effettuata da operatori specializzati. [3]

Nella parte successiva del capitolo tratteremo più approfonditamente la distinzione le tipologie di magazzino manuale e le tipologie di magazzino automatico e le rispettive procedure per il dimensionamento.

2.2 Indici caratteristici dei magazzini

La sistemazione dei materiali nei magazzini deve essere studiata tenendo presente i seguenti indici caratteristici:

- Indice di selettività:

$$S = \frac{M_u}{M_t}$$

esprime il rapporto tra il numero di movimenti utili M_u ed il numero di movimenti necessari M_t , quindi la predisposizione a consentire il facile rifornimento e prelievo di un oggetto qualsiasi senza spostarne altri. La definizione di questo indice è molto diffusa in quanto è uno dei più importanti elementi di costo che intervengono nella gestione fisica; il costo di movimentazione entro il magazzino risulta, a parità di altre variabili, una funzione semplice dell'indice di selettività, spessi di tipo iperbolico. Si vedano gli esempi in figura 2.1;

- Indice di saturazione o utilizzazione superficiale:

$$I_s = \frac{A_u}{A_t}$$

fornisce una indicazione del grado di sfruttamento del piano pavimento, essendo definito dl rapporto fra la superficie effettivamente utilizzata A_u e la superficie totale del magazzino A_t ;

- Indice di saturazione volumetrica:

$$I_v = \frac{V_u}{V_t}$$

è definito dal rapporto fra il volume occupato dai materiali immagazzinati e il volume totale del locale magazzino considerato, fino sotto il filo catena del fabbricato;

- Altezza del piano di compenso:

indica il rapporto tra il volume utilizzato dalle merci immagazzinate e la superficie totale ed esprime l'altezza ideale raggiunta del pelo libero delle merci, nel caso in cui esse si comportassero come un fluido più pesante dell'aria;

- Indice di manodopera:

indica il rapporto fra le tonnellate arrivate a magazzino o spedite dallo stesso in un certo periodo di tempo (anno, mese, ...) ed il numero di ore lavorative degli operatori addetti al magazzino, nello stesso periodo di tempo;

- Indice di potenza:

è il rapporto tra le tonnellate staccate a magazzino e la potenza elettrica installata nel magazzino, usualmente in kW. Questo indice è particolarmente significativo per i magazzini del "freddo" (derrate alimentari). [4]

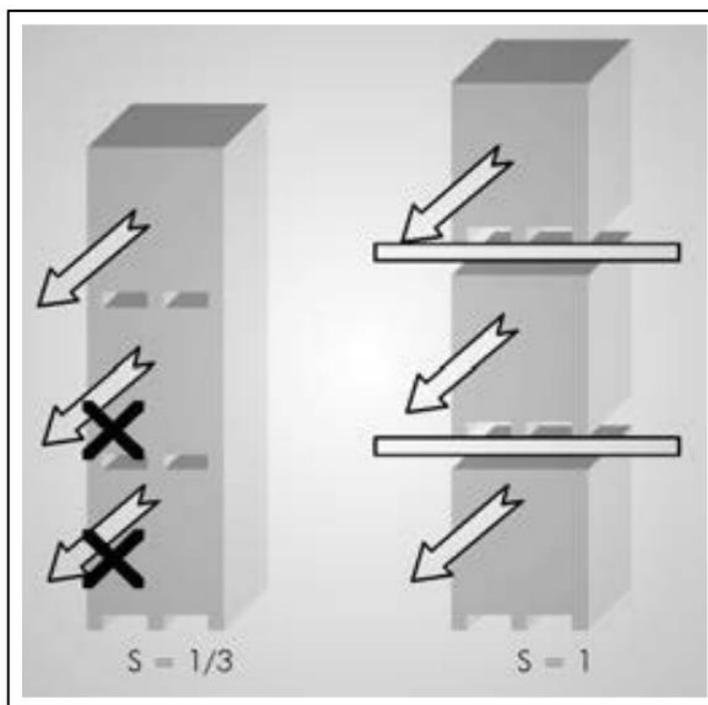


Figura 2.1 Indici di selettività per immagazzinamento in pile in scaffalature a semplice profondità [4]

2.3 Modalità di immagazzinamento e tipologie di magazzini manuali

Le modalità di immagazzinamento dipendono principalmente dalle caratteristiche dei materiali da stoccare.

Il sistema più adatto va scelto in base ad un'indagine di convenienza basata su fattori tecnici ed economici. I principali fattori tecnici sono le caratteristiche peculiari del materiale (densità, rischio di danneggiamento, grado igrometrico), il peso e il volume delle unità di movimentazione, la frequenza e l'entità dei prelievi e dei depositi, le esigenze di sicurezza e igiene. I fattori economici sono i costi di ammortamento del capitale da investire, i costi di manodopera, i costi di esercizio e di manutenzione, nonché i costi di immobilizzo del capitale e dell'eventuale perdita di valore della merce stoccata. [4]

2.3.1 Immagazzinamento di unità di carico

Con il termine unità di carico o UdC si indicano contenitori di vario genere o pallet, in legno o metallo, carichi di prodotti da immettere in magazzino secondo varie modalità mostrate in figura 2.2.

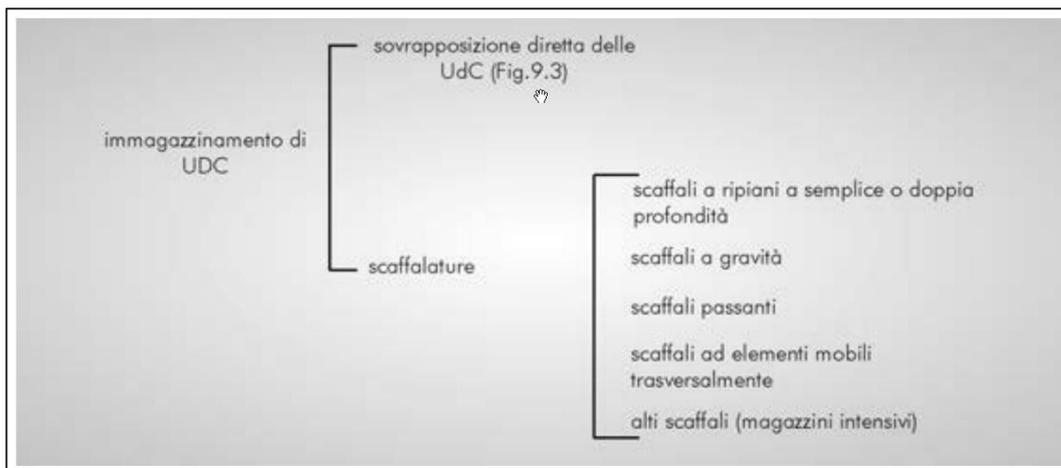


Figura 2.2 Schema delle possibilità di stoccaggio manuali [4]

La sovrapposizione diretta è tipica di materiali relativamente leggeri e non danneggiabili oppure raccolti in contenitori sovrapponibili movimentabili con carrelli elevatori o transpallet a forche. Tale sistema è certamente più conveniente a parità di frequenza delle movimentazioni, di indici di selettività e di indici di utilizzazione o saturazione, quando il contenitore è già impiegato per le operazioni a monte o a valle del magazzino.

Talvolta però per uno dei seguenti motivi non è possibile adottare tale soluzione:

- Il numero di unità di carico sovrapponibili per ogni voce è molto piccolo, per cui le pile risultano basse e quindi l'indice di utilizzo volumetrico insoddisfacente, a meno di sovrapporre merci diverse il che riduce l'indice di selettività;
- Le forme e le dimensioni delle unità di carico sono tali da non consentire la formazione di pile aventi una sufficiente stabilità ed altezza;
- La capacità portante del pavimento consente di sovrapporre un numero limitato di UdC, dato l'elevato peso unitario di queste ultime.

Il secondo caso prevede l'impiego di scaffalature di vari tipi, a struttura tubolare, in pro-filati di acciaio, in angolari forati o ancora in cemento armato. In ogni caso gli scaffali devono essere incombustibili, sopportare carichi senza deformarsi, resistere ad eventuali urti da parte dei mezzi di trasporto. L'altezza dello scaffale dipende dal sistema di movimentazione dei materiali. Così, se l'immagazzinamento ed il prelievo dei materiali vengono effettuati da operatori che si muovono a piano pavimento, caso in verità molto raro nei magazzini organizzati per unità di carico, l'altezza da terra degli scaffali non dovrebbe superare i 2÷2,5 metri. Impiegando mezzi di trasporto meccanizzati, l'altezza utile degli scaffali aumenta sensibilmente fino ad un limite di 6 metri per i carrelli elevatori, e 10 metri per carrelli più sofisticati quali i carrelli trilaterali e bilaterali. Per altezze maggiori si ricorre ai trasloelevatori.

Nelle due figure seguenti si riporta un esempio (figura 2.3) di scaffalatura a semplice profondità del tipo "a geometria variabile", che consente di ottenere un indice di selettività unitario, ed un esempio (figura 2.4) di struttura denominata a gravità, che consente il carico dei materiali da immagazzinare da un lato (o testata) e il successivo prelievo dall'altro. Quando si libera un posto, un'altra UdC avanza sopra dei rulli disposti in pendenza, sovente frenati, oppure motorizzati, fino a fermarsi contro l'apposito riscontro terminale. In tal modo la rotazione della merce è assicurata con logica FIFO - First In First Out - e le uniche operazioni da effettuare sono il carico e lo scarico. Il limite dello scaffale a gravità è che ogni corsia deve contenere una sola voce, quindi il numero minimo di unità di carico per ogni voce da immagazzinare in uno scaffale del genere determina la profondità dello stesso. In pratica però è preferibile avere due corsie per ogni voce. [4]



Figura 2.3 Scaffalatura a ripiani a semplice profondità [4]

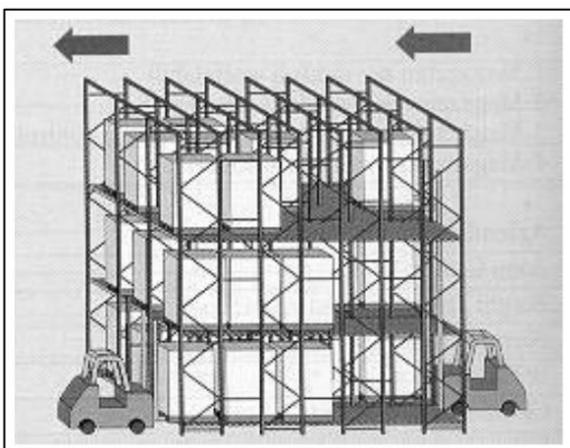


Figura 2.4 Schema funzionale di scaffalatura a gravità [4]

Una variante della scaffalatura a gravità è quella chiamata “passante”: anche qui ogni voce occupa almeno una corsia e il prelievo avviene secondo la stessa successione di arrivo a magazzino. Questo tipo di scaffalatura viene utilizzata qualora si abbiano numerose UdC per singola voce e limitatamente sovrapponibili, in quanto consente di realizzare elevati indici di utilizzazione del magazzino. Anziché un avanzamento a gravità (i ripiani delle varie corsie sono orizzontali e non inclinati) vi è un sistema motorizzato per lo spostamento delle UdC, ad esempio mediante catene (allora vengono chiamati magazzini flow-rail, figura 2.5) oppure mediante carrelli motorizzati (allora vengono chiamati “drive-in”, figura 2.6). Questi veri e propri carrelli sono in grado di transitare nei corridoi stessi. L’avanzamento del carico avviene grazie al sollevamento di una piattaforma mobile di cui è dotato il carrello: quando la piattaforma è abbassata, il carrello, che si appoggia sulle ali inferiori di due profilati a “C” costituenti i correnti di sostegno delle unità di carico, può spostarsi passando sotto

le UdC stesse. Ciascuna unità caricata ad una estremità dello scaffale, ad esempio utilizzando carrelli elevatori a forche, viene prelevata e portata con avanzamenti successivi, fino all'estremità opposta della stessa corsia, dove viene deposta nello spazio libero più vicino al fronte di prelievo. Ovviamente, appena il vano di estremità si rende libero, il carrello interno alla corsia provvede a far avanzare di un passo tutte le unità di carico seguenti. A seconda dell'intensità della movimentazione si prevede un carrello per ogni corsia, oppure un solo carrello per più corsie: in quest'ultimo caso, il trasferimento del carrello da una corsia all'altra avviene in corrispondenza delle testate di carico e scarico, mediante le stesse macchine usate per le operazioni di immissione e di prelievo delle UdC. In alcune applicazioni si utilizzano carrelli elevatori a larghezza ridotta in grado di attraversare le corsie del magazzino per eseguire le operazioni di prelievo, deposito ed avanzamento; sovente si installano guide a pavimento per evitare incidenti e per aumentare la velocità dei carrelli in corsia. Tali magazzini si stanno diffondendo nel settore del "freddo" in quanto il continuo aumento di volumi e di tipologie di prodotti surgelati pone l'esigenza di razionalizzare al massimo il magazzinaggio e la movimentazione nelle celle frigorifere industriali, con l'obiettivo primario di contenere i costi relativi al mantenimento delle basse temperature, ma nel contempo garantendo un'alta flessibilità e la massima selettività dei prodotti.

I limiti di questo sistema ad elementi mobili trasversalmente risiedono nei maggiori tempi di accostamento ai vani della scaffalatura e quindi lo rendono non adatto in tutte quelle applicazioni ad elevata movimentazione.

La figura 2.7 rappresenta alcuni magazzini intensivi automatici dotati di trasloelevatori: appartengono alla famiglia degli "alti scaffali", con scaffalature di altezza pari a 20÷30 metri che normalmente sopportano le strutture di copertura del fabbricato. [4]

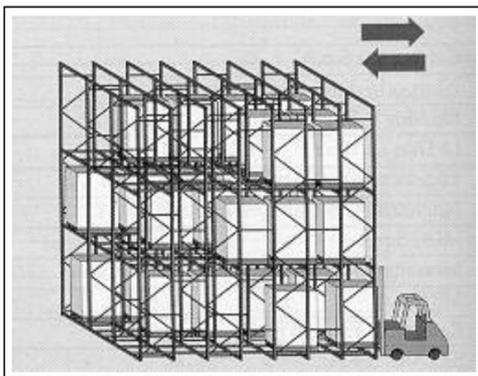


Figura 2.5 Schema funzionale di magazzino passante tipo Flow-rail [4]

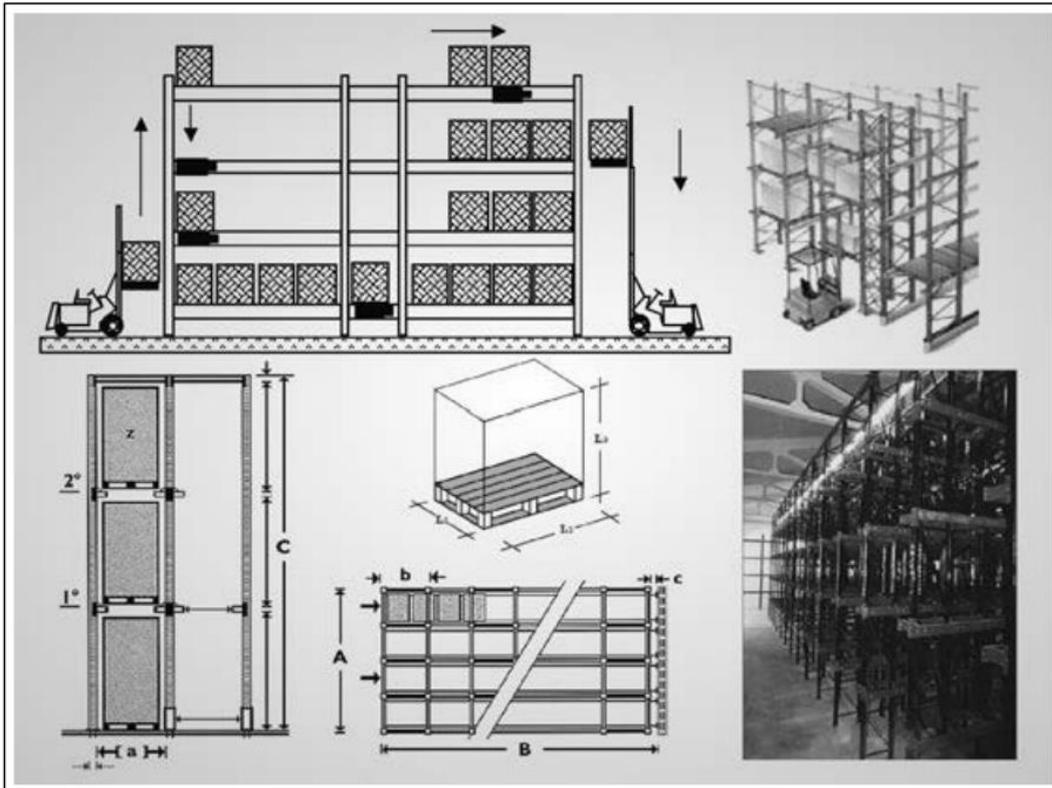


Figura 2.6 Avanzamento delle Udc con carrello motorizzato all'interno di un magazzino passante tipo "drive-in" [4]

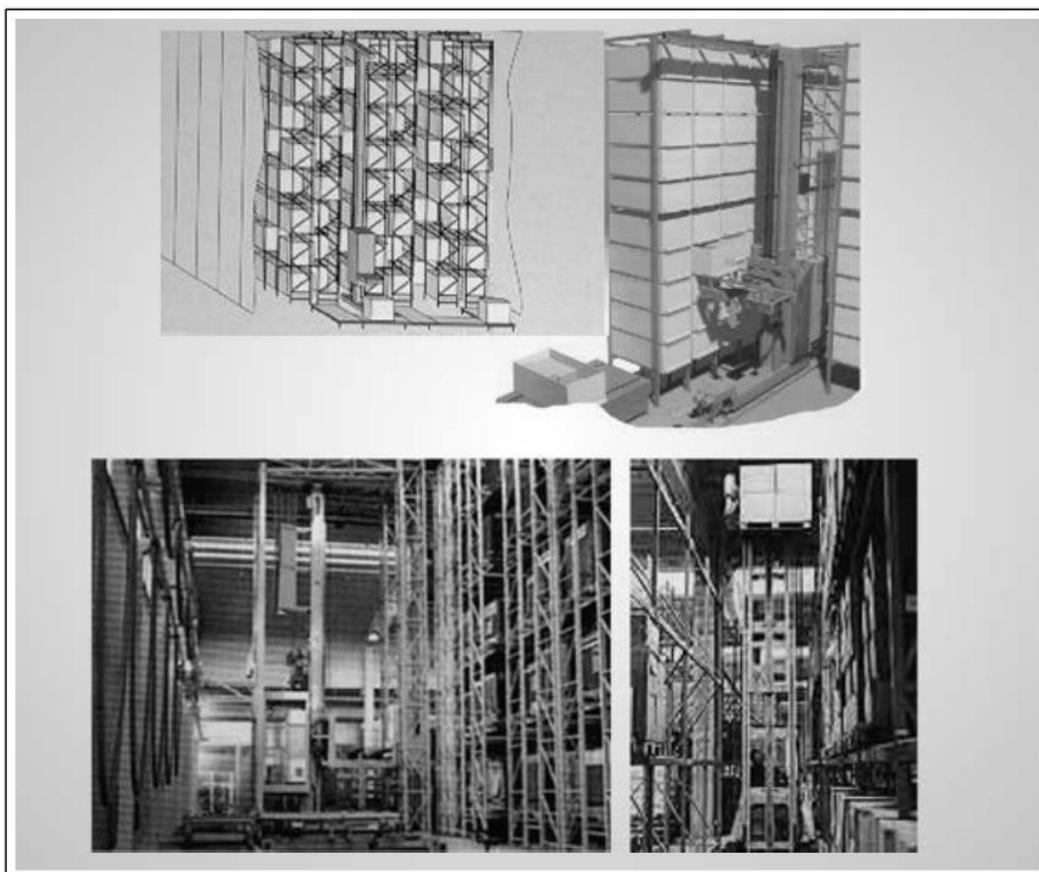


Figura 2.7 Magazzini intensivi ad alti scaffali [4]

2.3.2 Immagazzinamento di colli e materiale vario

Ci si riferisce a quei prodotti che non possono essere considerati come materiali alla rinfusa e che, d'altra parte, non consentono di essere raggruppati in unità di carico. Il problema del loro immagazzinamento razionale è piuttosto complesso, a causa dei vari fattori che, in tutto o in parte, entrano in gioco e cioè:

- varietà e natura dei prodotti;
- forma, dimensione e pesi degli stessi;
- quantità di materiali da immagazzinare per ogni voce;
- modalità e frequenza delle movimentazioni.

In genere questo immagazzinamento è realizzato disponendo i colli in scaffali serviti dall'uomo o da mezzi di trasporto meccanizzati ove possibile, oppure ricorrendo alla sovrapposizione diretta di contenitori metallici o in materiale termoplastico, aventi caratteristiche tali da poter essere disposti in pile senza necessità di strutture portanti. Questi contenitori restano di norma fermi al loro posto e viene effettuato il travaso dei soli materiali.

Per quanto riguarda gli scaffali i tipi più noti sono:

- scaffali tradizionali a semplice profondità con larghezza dei corridoi che dipende dai mezzi di trasporto oppure dall'operatore che li deve percorrere; in quest'ultimo caso l'altezza massima dello scaffale non dovrebbe superare i $2 \div 2,25$ metri e la profondità dei ripiani i 500 mm, con corridoi di larghezza pari ad un metro circa;
- scaffali sovrapposti (figura 2.8): si ottengono sovrapponendo due scaffalature tradizionali servite da operatori, creando un piano di calpestio, in genere metallico, tra uno e l'altro a circa $2 \div 2,5$ metri di altezza;

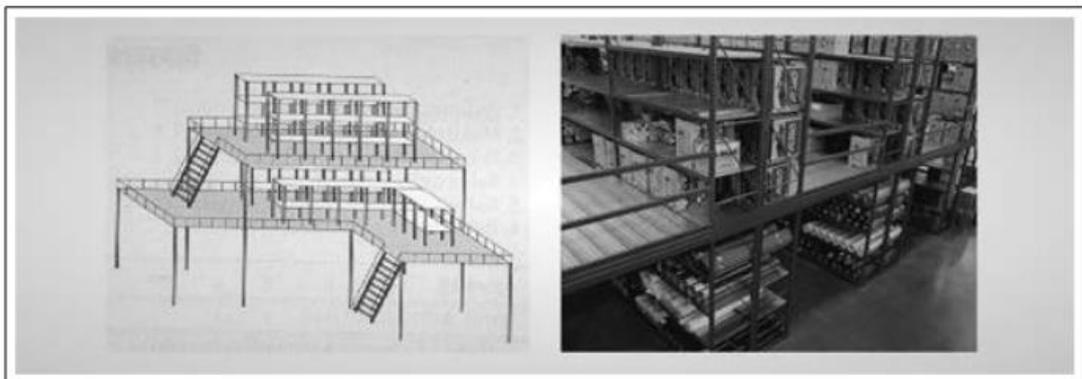


Figura 2.8 Scaffali sovrapposti soppalcati [4]

- scaffali ad elementi mobili longitudinalmente: grazie ad appositi comandi gli scaffali possono scorrere in direzione longitudinale su rotaie installate a pavimento e

presentarsi di volta in volta di fronte all'operatore; in tal modo un solo corridoio serve più scaffali accostati tra di loro, anche se la movimentazione è più lenta;

- scaffali ad elementi mobili trasversalmente;
- scaffali rotanti ad asse verticale: sono costituiti da più ripiani girevoli attorno ad un asse verticale e ogni ripiano è suddiviso in una serie di caselle disposte a cerchio attorno all'asse: si tratta di scaffali utilizzabili per materiali poco ingombranti, ad esempio minuteria, e suddivisi in molte voci (si pensi ai contenitori di cartoline);
- scaffali a piani rotanti (figura 2.9): anche in questo caso il materiale è disposto lungo le generatrici di un cilindro ad asse orizzontale che, ruotando, lo presenta man mano ad un posto di lavoro fisso. L'esigenza di sfruttare al massimo la superficie disponibile ha poi imposto di verticalizzare la struttura dell'apparecchio rotante: conseguentemente l'evoluzione è il classificatore a sviluppo verticale.

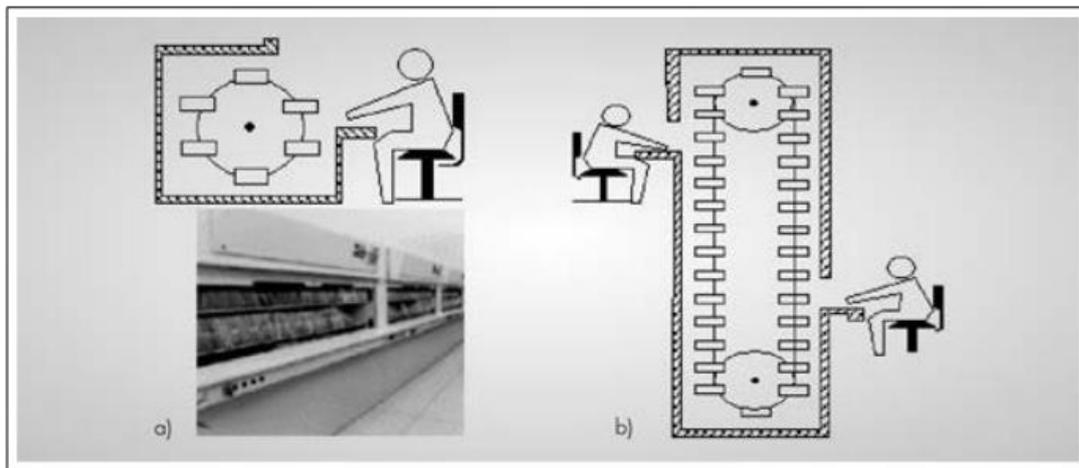


Figura 2.9 Magazzino rotante ad asse orizzontale a) e classificatore a sviluppo verticale b) [4]

I classificatori del tipo di figura 2.10 hanno elevato grado di automazione, alti indici volumetrici ed elevate velocità di prelievo. Essi rispondono attualmente ai requisiti aziendali più diffusi. [4]



Figura 2.10 Magazzino verticale traslante [4]

2.3.3 Immagazzinamento di prodotti speciali

I prodotti speciali sono materiali che per la loro forma e le loro dimensioni, o per il loro peso, determinano particolari problemi di immagazzinamento. Ci si riferisce in modo particolare a materiali quali:

- profilati, tubi e barre;
- lamiere;
- rotoli di filo, vergella o lamiera;
- bobine

Per questi materiali è fondamentale il criterio, di validità generale, per cui, quando è possibile, conviene ricorrere allo stoccaggio all'aperto, in quanto questa soluzione richiede investimenti inferiori ed è meno sensibile agli indici di utilizzazione. Anche dal punto di vista del costo della sicurezza offre indubbi vantaggi. I profilati, le barre e i tubi vincolano in genere i mezzi di trasporto e l'organizzazione stessa del magazzino. Quando si prelevano pezzi singoli, se i prodotti sono corti, fino a circa 3 metri di lunghezza, conviene l'immagazzinamento verticale ottenibile nella maniera più rozza tramite apposite strutture metalliche di supporto, spesso ubicate tra i pilastri del fabbricato, per sfruttare spazi altrimenti perduti. La movimentazione può essere svolta manualmente grazie all'ausilio di gru a bandiera, paranchi, o altri mezzi. Una soluzione innovativa è quella costituita dai magazzini automatici a contenitori per barre o per lamiere (figura 2.11). Mediante questa soluzione è possibile stivare e distribuire lamiere, profilati e tubi in maniera del tutto automatica, risparmiare spazio, minimizzare i costi di esercizio, controllare e ottimizzare le giacenze, migliorare sicurezza e qualità del lavoro e mantenere un alto grado di flessibilità operativa. Una navetta robotizzata preleva i contenitori, sfilandoli dalla casella loro assegnata nel magazzino, e li porta alla pesa dove avviene il prelievo del materiale.



Figura 2.11 Magazzino automatico a contenitori per barre e lamiere [4]

In genere questo immagazzinamento è realizzato disponendo i colli in scaffali serviti dall'uomo o da mezzi di trasporto meccanizzati ove possibile, oppure ricorrendo alla sovrapposizione diretta di contenitori metallici o in materiale termoplastico, aventi caratteristiche tali da poter essere disposti in pile senza necessità di strutture portanti. Questi contenitori restano di norma fermi al loro posto e viene effettuato il travaso dei soli materiali.

La sistemazione più generale per materiale lungo e pesante prevede l'impiego di rastrelliere, di varie forme e dimensioni, dotate o meno di piano continuo di appoggio, su cui è possibile depositare il materiale in fasci oppure singolarmente. Tali scaffalature, denominate "cantilever", sono costituite da un supporto fissato a pavimento reggente i montanti ai quali sono vincolate le mensole orizzontali che sorreggono i materiali, con ampia possibilità di regolazione in altezza. La movimentazione è di solito affidata a speciali carroponte di impilaggio, oppure a carrelli elevatori laterali o tradizionali. La figura 2.12 illustra l'applicazione di cantilever per stoccare barre e bobine di PVC. A tal proposito è bene notare che a volte questa scaffalatura, corredata di piano continuo, ad esempio in legno, può essere utilizzata al posto di una scaffalatura tradizionale, qualora le UdC stoccate abbiano dimensioni talmente diverse da rendere difficoltosa la scelta della larghezza dei vani, come capita frequentemente nei reparti di confezionamento e imballaggio. Anziché scaffali a rastrelliere si possono utilizzare scaffali a caselle, nei quali i profilati, le barre o i tubi vengono introdotti, mediante carrelli, gru, carriponte di impilaggio opportunamente attrezzati, in una sorta di alveare a celle rettangolari o quadrate accessibili da una o da entrambe le estremità.

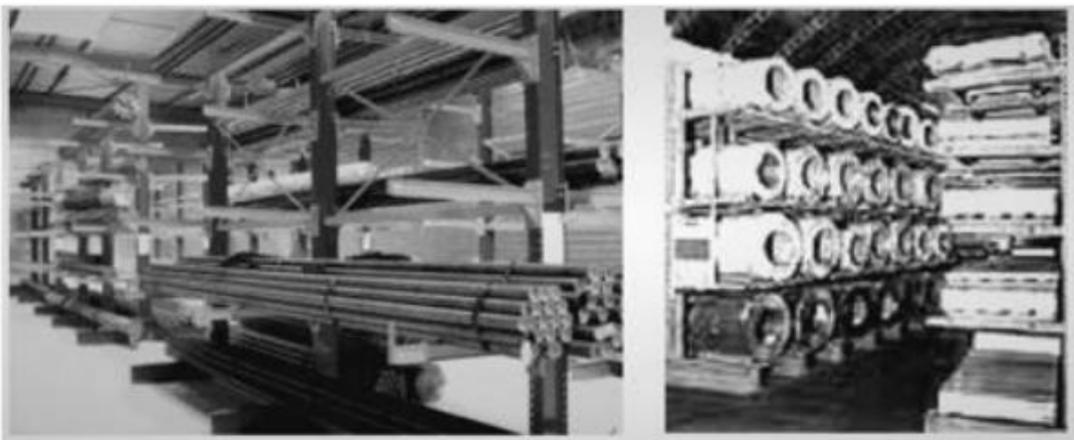


Figura 2.12 Esempi di impieghi delle scaffalature cantilever per barre e bobine [4]

In tali scaffali è sempre indispensabile prevedere un piano di appoggio continuo quando i materiali presentano una certa flessione, ovviamente longitudinale, per ridurre lo sforzo di manovra, ed uno spazio libero alquanto superiore alla lunghezza dei materiali immagazzinati davanti allo scaffale per consentirne l'estrazione. Sono utilizzati soprattutto per codici leggeri ed offrono maggiori rendimenti volumetrici rispetto alle soluzioni a cantilever.

Quando i materiali devono essere movimentati in quantitativi rilevanti è opportuno, come nel caso delle barre corte, valutare la convenienza tecnico-economica di sistemi automatici collegabili direttamente a macchine utensili o da taglio per minimizzare gli oneri di movimentazione ed ottimizzare la gestione complessiva.

Le lamiere di norma vengono legate con nastri metallici o plastici, detti reggette, formando pacchi movimentati con carroponte o carrelli ed immessi in magazzino sovrapposti intercalando fra pacco e pacco opportuni distanziali. [4]

2.3.4 Magazzini serviti da carrelli industriali

Progettare un magazzino significa determinare quantitativamente spazi e risorse, mezzi e uomini, necessari per stoccare i materiali e svolgere le attività operative richieste.

I dati fondamentali di input che, di volta in volta, vincolano le possibili alternative progettuali sono essenzialmente:

- le giacenze, ovvero il quantitativo massimo di materiale che il magazzino deve essere in grado di contenere;
- i flussi, ovvero le prestazioni che sono richieste al magazzino in termini di movimentazioni nell'unità di tempo.

Gli impianti di stoccaggio serviti da carrelli di vario tipo, sono molto diffusi presso aziende operanti in numerosi settori industriali. Tali impianti sono tipicamente costituiti da scaffalature a semplice profondità, all'interno delle quali quindi le UdC hanno selettività unitaria; in rarissime eccezioni si incontrano scaffalature a doppia profondità (indice di selettività inferiore ad 1).

Tra i fattori influenti sul progetto di questi magazzini si citano:

- tipo di carrello utilizzato;
- altezza utile del fabbricato;
- lay-out dell'impianto (numero dei corridoi, altezza, lunghezza e disposizione delle scaffalature);

- numero di mezzi di movimentazione necessari per garantire la movimentazione dei materiali (unità di carico), anche in condizioni di punta.

I fattori elencati rivestono una grande importanza per la loro ricaduta sia sul dimensionamento del magazzino (tipo, numero e disposizione delle scaffalature) sia sulle procedure operative di funzionamento (tempi di movimentazione). Ad esempio il tipo di carrello scelto determina direttamente la larghezza dei corridoi di passaggio tra le scaffalature, la loro altezza e la modalità di movimentazione, che ovviamente si riflette sul percorso effettuato e quindi, in ultima analisi, sul tempo impiegato.

L'obiettivo principale risiede nella minimizzazione dei costi globali di investimento (dati dal costo dei mezzi di movimentazione e delle strutture dell'impianto di stoccaggio) e di esercizio (dati prevalentemente dai costi di trasporto); pertanto è d'obbligo confrontare diverse configurazioni impiantistiche.

Il primo passo consiste nella attenta valutazione delle caratteristiche degli imballi da stoccare. Sono infatti gli imballi dei prodotti, con le loro caratteristiche dimensionali e di peso, a determinare le misure delle UdC, in larghezza, lunghezza ed altezza. Per quanto riguarda larghezza e lunghezza ovviamente si dovrebbe cercare di far coincidere il dimensionamento dell'UdC con le misure suggerite dagli enti normatori, tra le quali la più frequente è l'Europallet, contenendo l'eventuale debordo nei limiti tollerabili.

Dopo aver stabilito le caratteristiche delle UdC si devono determinare due parametri base per il dimensionamento: profondità degli scaffali e larghezza dei corridoi. Spesso è richiesto un ottimo grado di selettività delle UdC stoccate: pertanto le scaffalature più utilizzate sono quelle a semplice profondità.

Stabilita anche la posizione dei pallet si passa a definire la larghezza dei corridoi che è legata al tipo di carrello elevatore da impiegare per la movimentazione delle UdC. È bene ricordare che per ridurre il costo della movimentazione e dello stoccaggio occorre:

- depositare il materiale nel modo più compatto possibile al fine di ridurre lo spazio necessario e le percorrenze;

- ridurre al massimo lo sforzo fisico degli operatori per aumentare la loro efficienza, quindi ridurre i tempi di esecuzione delle varie operazioni, per esempio impiegando il servosterzo ed il servofreno nei carrelli elevatori.

La larghezza scelta per il magazzino deve tenere conto dei vincoli presenti nel locale come pilastri, porte, dislivelli, finestre, tubazioni, [4] quindi è molto importante studiare il layout attuale dello stabilimento in cui si andrà a costruire il magazzino.

2.4 Magazzini intensivi automatizzati

I magazzini automatici costituiscono una soluzione avanzata rispetto ai magazzini tradizionali: la movimentazione delle unità di carico (di seguito UdC) viene effettuata da robot cartesiani (trasloelevatori) che automaticamente stoccano o prelevano le UdC in scaffalature secondo strategie implementate da appositi software gestionali.

Normalmente in testata del magazzino automatico è collocato un sistema di convogliamento automatico che realizza il collegamento tra il magazzino stesso e le altre aree funzionali (ingresso merce, spedizione, reparti produttivi ecc.).

L'esigenza di realizzare un magazzino automatico è da ricercarsi nella volontà di ottimizzazione del sistema di stoccaggio per sopperire alla continua mutevolezza del mercato e delle attività ad esso legate.

Cambiamenti che portano spesso a dover sopperire a picchi di lavoro imprevisti, alla variabilità dello stock ed alla relativa gestione e alla costante ricerca dell'abbattimento dei costi. [5]

2.4.1 Vantaggi e svantaggi dei magazzini automatici

Non esiste una formula per decidere se e quando sia vantaggioso avere un magazzino completamente automatico: ogni azienda ha esigenze proprie e i suoi obiettivi sono strettamente legati alla tipologia di business.

Vantaggi:

- Aumentare qualità e quantità del servizio con l'aumento di prestazioni e riduzione degli errori di gestione
- Ottenere un'alta densità di stoccaggio in relazione alle aree disponibili, sfruttando l'altezza e quindi un elevato sfruttamento dello spazio
- Ridurre i costi legati al personale, al trasporto interno ed ottimizzare il flusso delle merci in ingresso e uscita;
- Conoscere quantità e disponibilità delle merci in giacenza e il loro grado di movimentazione nel tempo, fissando le regole per un controllo gestionale automatico e quindi una completa tracciabilità.
- Utilizzare il magazzino su più turni o a ciclo continuo;
- Studio di soluzioni integrate con eventuali processi produttivi
- Movimentare UdC con peso critico per altri mezzi di movimentazione e in ambienti gravosi (es: celle frigorifere).

- Ritorno dell'investimento a medio termine

Svantaggi:

- Definizione di specifiche Unità di Carico

- Investimento iniziale importante [5]

2.4.2 Le fasi del progetto di un magazzino automatico

Essenziale per la riuscita di un impianto è l'attenta valutazione di tutti i dati e dei parametri chiave in modo da definire con chiarezza gli aspetti vincolanti e gli obiettivi desiderati. A seguito di sopralluoghi, nei quali si rilevano sul campo i temi logistici, si passa all'analisi dei dati di movimentazione e stoccaggio. Gli strumenti comunemente utilizzati sono fogli di calcolo dedicati e in alcuni casi, programmi di simulazione specifici.

La successiva fase per lo sviluppo del magazzino è la progettazione: l'obiettivo alla base della progettazione di magazzini automatizzati consiste nell'analizzare diverse configurazioni dell'impianto di stoccaggio, ciascuna con un diverso numero di corridoi e/o con un diverso numero di livelli di stoccaggio, e per ciascuna effettuare il calcolo sia della durata media dei cicli semplici e combinati sia del livello di saturazione dei traslo-elevatori. La progettazione definisce l'impianto nel dettaglio e ne sviluppa le soluzioni mettendo insieme tutti i dati derivanti dalla fase di studio applicando le normative nazionali vigenti (es. NTC08) e normative di settore europee (FEM9.851 – 9.831 – 9.832...).

Nella fase di studio, inoltre, vengono analizzati anche gli aspetti di gestione dell'installazione in cantiere. La corretta pianificazione delle diverse attività e degli impianti correlati, permette di ottimizzare le tempistiche di installazione e di ottenere un risultato migliore.

Oltre agli aspetti realizzativi del magazzino durante la progettazione si deve tenere conto degli interventi manutentivi. La manutenzione preventiva permette di schedare interventi mirati ed efficaci per la corretta vita dell'impianto e quindi un servizio efficace di reperibilità permette interventi straordinari veloci e fermi impianto brevi. [5]

2.4.3 Le tipologie di magazzino automatico

Una prima classificazione è relativa alla tipologia di costruzione delle strutture per stoccaggio della merce.

- Autoportanti: I magazzini autoportanti, mostrati in figura 2.13, sono così definiti in quanto le scaffalature adibite allo stoccaggio della merce rappresentano l'edificio stesso. Sono infatti provviste di copertura e pareti di

tamponamento e supportano le azioni accidentali esterne, vengono calcolate secondo le normative cogenti (D.M. 14-1-2008 - NTC08) e considerate come veri e propri Edifici.

- Non Autoportanti (mostrati in figura 2.14): Sono realizzati all'interno di edifici dedicati (in acciaio o calcestruzzo armato) e le scaffalature devono essere progettate per supportare solo i carichi della merce.



Figura 2.13 Esempio di magazzino autoportante [5]



Figura 2.14 Esempio di magazzino non autoportante [5]

Una seconda classificazione può essere basata sulla tipologia di unità di carico stoccate, le cui caratteristiche influenzano inevitabilmente il progetto dell'intero magazzino. Si possono distinguere:

- Magazzini per pallet o cassoni: sono i magazzini dedicati allo stoccaggio e movimentazione di merci su pallet, un esempio è mostrato in figura 2.15. Le unità di carico fuori dal magazzino automatico vengono movimentate con carrelli elevatori a forche.
- Magazzini miniload per scatole o cassette (figura 2.16): i magazzini miniload sono predisposti per la movimentazione e lo stoccaggio di unità di carico di dimensioni e peso ridotte realizzate mediante contenitori plastici o metallici e scatole di cartone. Tali unità di carico necessitano quindi di sistemi specifici per la loro movimentazione e per lo stoccaggio su scaffalature (ripiani continui, angolari di supporto, etc...)



Figura 2.15 Esempio di magazzini per pallet o cassoni [5]



Figura 2.16 Esempio di magazzino miniload per cassette [5]

All'interno delle precedenti classificazioni è fondamentale definire il parametro "profondità di stoccaggio". Il progetto risolve esigenze logistiche specifiche, in relazione ad una classificazione pragmatica che guida il logistico nelle sue scelte progettuali, nei diversi settori merceologici.

Se in un sistema cartesiano chiamiamo "X" la lunghezza del magazzino e "Y" la sua altezza, per profondità di stoccaggio si intende quante UdC possono essere stoccate, in ogni fronte di scaffalatura, sull'asse Z.

I magazzini automatici possono essere suddivisi in:

- Magazzini a Singola Profondità
- Magazzini a Doppia Profondità
- Magazzini Multiprofondità

Questi magazzini differiscono tra loro sia per le scaffalature sia per le attrezzature di movimentazione.

L'indicatore fondamentale che normalmente determina la scelta della profondità di stoccaggio è espresso dal rapporto tra la capacità di stoccaggio e il numero di codici prodotto presenti a magazzino.

Le soluzioni precedenti possono essere influenzate da logiche di funzionamento FIFO (First-In First-Out) o LIFO (Last-In First-Out).

Per esempio, la multi-profondità può gestire in modo ottimale la logica FIFO con scaffalature dinamiche con rulliere a gravità, adatte allo stoccaggio di grandi volumi di merci omogenee, consentendo di realizzare elevati indici di utilizzazione del magazzino, assicurando una buona rotazione della merce ed evitandone l'invecchiamento. In alternativa, la scaffalatura con attrezzatura shuttle, si presta per lo stoccaggio di volumi di merce molto elevati, privilegiando il grado di saturazione del magazzino. A differenza della soluzione precedente, questi magazzini implementano una logica LIFO. [5]

2.4.4 Elementi di un magazzino automatico

Di seguito verranno brevemente descritti i principali elementi che compongono un magazzino automatico dal punto di vista “impiantistico”.

- Le scaffalature: rappresentano le strutture adibite allo stoccaggio delle merci, sono progettate per garantire l'appoggio delle UdC e sono realizzate generalmente in acciaio profilato a freddo. Questa tipologia costruttiva, unita a schemi reticolari bullonati (spalle) permette elevate portate, basso costo e montaggio/smontaggio modulare. La conformazione e lo schema tecnico-funzionale delle scaffalature è in funzione della tipologia di UdC e del tipo di movimentazione.
- Macchine automatiche per lo stoccaggio della merce: le macchine per l'allocazione della merce sulla scaffalatura sono composte da robot cartesiani (su 2 assi) chiamate traslo-elevatori e guidati a terra e superiormente da guide dedicate. Il posizionamento sui due assi è garantito da encoder e da barcode che garantiscono una precisione di posizionamento di pochi millimetri. La merce è depositata sullo scaffale da un'attrezzatura appositamente studiata per le unità di carico movimentate. Vi sono essenzialmente tre tipologie di macchine: trasloelevatori rettilinei, trasloelevatori sterzanti e carrelli VNA-a. I trasloelevatori rettilinei sono macchine che si muovono su una guida rettilinea all'interno di una singola corsia di magazzino. Inevitabilmente sono necessarie tante macchine quante sono le corsie del magazzino. I trasloelevatori sterzanti sono macchine dotate di un sistema di curvatura o scambio che permettono lo spostamento da una corsia all'altra del magazzino, attraverso elementi curvi o scambi sulla guida a terra, mentre sulla guida superiore viene ricavato un tracciato dedicato al cambio corsia della macchina. In questo modo una sola macchina può gestire due o più corsie.

Per lo stoccaggio a magazzino possono essere impiegati, inoltre, carrelli elevatori di serie resi completamente automatici che mantengono comunque la possibilità di essere utilizzati in manuale. Per ottimizzare la volumetria del magazzino, il carrello corre, guidato con delle guide o mediante induzione, in corsie molto

strette (da qui il termine VNA = Very Narrow Aisle). Sono utilizzati sia carrelli Man-Up (per la gestione in manuale del picking in quota) che Man-Down.

- Elementi per le testate e/o periferie: sono tutti macchinari adibiti alla movimentazione delle merci dall'esterno del magazzino fino al punto di presa del trasloelevatore nel magazzino automatico. Si possono citare: convogliamento mediante rulliere (elementi meccanici azionati da motoriduttori che muovono dei gruppi di catene o rulli per permettere la traslazione dell'UdC), sistemi di navette su binari (dispositivi che si muovono lungo un anello chiuso ("loop") ed ogni navetta che compone l'impianto si muove in modo indipendente lungo il percorso), sistemi AGV – LGV (automatic guided vehicle e laser-guided vehicle sono carrelli/navette automatiche senza conducente, e possono essere classificate in funzione del sistema di navigazione prescelto).
- WMS: I sistemi WMS (Warehouse Management System) consentono di controllare ed ottimizzare tutti i processi produttivi e di magazzino, dall'area di accettazione delle merci fino alle baie di carico degli automezzi. Il WMS è costituito da un sistema informatizzato integrato (che comprende ed integra software, hardware, sistemi d'identificazione, terminali portatili, ecc.) in grado di effettuare e garantire la raccolta dei dati, la tracciabilità dei flussi di lavorazione e la rintracciabilità dei prodotti forniti (venduti) ai propri Clienti. Una valida ed innovativa soluzione ai problemi di gestione dell'attività produttiva e delle scorte è oggi offerta dall'informatica industriale. Le nuove tecnologie informatiche possono, infatti, offrire un valido e concreto aiuto alle aziende che operano in mercati in costante evoluzione, nei quali gli addetti devono disporre delle esperienze e delle conoscenze necessarie per poter intraprendere adeguati processi decisionali. Attraverso il WMS l'utente può disporre, in tempo reale, delle informazioni relative alla giacenza effettiva e l'esatta ubicazione dei prodotti all'interno del magazzino. I report relativi agli accessi e alle analisi ABC assicurano risparmi di lavoro garantendo una

perfetta amministrazione del magazzino. Grazie ai più moderni sistemi di identificazione automatica (RFID, Barcode, ecc.), il WMS offre la completa tracciabilità e rintracciabilità di prodotti, componenti e unità di carico (cartoni, pallet.). Ciò viene garantito mediante la registrazione di ogni singolo spostamento fisico del materiale. Infatti, mediante la scrupolosa e sistematica raccolta e memorizzazione automatica dei dati relativi alle forniture delle materie prime, alla gestione delle lavorazioni (interne ed esterne), ai trattamenti, ai trasferimenti, ecc. sarà possibile ricostruire la sequenza delle attività e delle lavorazioni subite da ogni prodotto.

- Ad integrazione del sistema di convogliamento possono essere inseriti diversi moduli per automatizzare operazioni specifiche tra i quali: dispenser pallet, filmatrici / reggiatrici automatiche, etichettatrici automatiche, robot di pallettizzazione, impilatori / de-impilatori, elevatori / discensori (per la gestione di handling su più livelli). [5]

CAPITOLO 3

Layout aziendale attuale

3.1 Flussi produttivi

Attualmente il sito produttivo di Breganze consta di 5 reparti produttivi elencati di seguito con la logica delle lavorazioni successive che devono essere eseguite su una lamiera: taglio-piega, saldatura, paint, linea di assemblaggio, collaudo e riparazioni oltre a questi vi sono altri reparti che supportano la produzione quali qualità, logistica, acquisti e ovviamente ingegneria.

Quindi che ciclo segue una lamiera che entra in accettazione? Essa viene dapprima tagliata, successivamente passa alle piegatrici dove gli operatori la piegano, i pezzi piegati vanno poi saldati per formare un assieme, il quale viene poi verniciato e assemblato nei pre-montaggi che alimentano la linea, infine, se le macchine escono dalla linea con delle non conformità, passano per le riparazioni ove vengono revisionate e sistemate. Infine le mietitrebbie prodotte vengono parcheggiate nel parco macchine in attesa di spedizione.

In figura 3.1 possiamo vedere il flusso che seguono i materiali in arrivo per poi essere trasformati. Da notare come nel layout attuale vi siano dei contro flussi importanti, infatti il materiale arrivato in accettazione deve dapprima andare in taglio piega per poi tornare indietro alla saldatura per poi ripassare al taglio piega e raggiungere il paint, dove viene verniciato e mandato alla linea di montaggio. Lo scopo del lavoro di re-layout aziendale è quello appunto di rendere il flusso del materiale e delle lavorazioni il più lineare possibile cercando di “invertire” il reparto taglio e piega con il reparto saldatura in modo da seguire una logica lineare di flusso dei materiali ed avere la successione anche in termini di spazi fisici tra taglio, piega, saldatura ed infine paint. Nel layout si possono vedere, oltre che ai reparti elencati in precedenza, il magazzino prodotti finiti, l'elemento blu a fianco del taglio-piega denominato G2. La zona a fianco del magazzino è dedicata alle “celle a U” ove vengono stoccati altri materiali finiti e verniciati e dove si preparano i kit per poi essere mandati in linea o nei vari reparti produttivi.

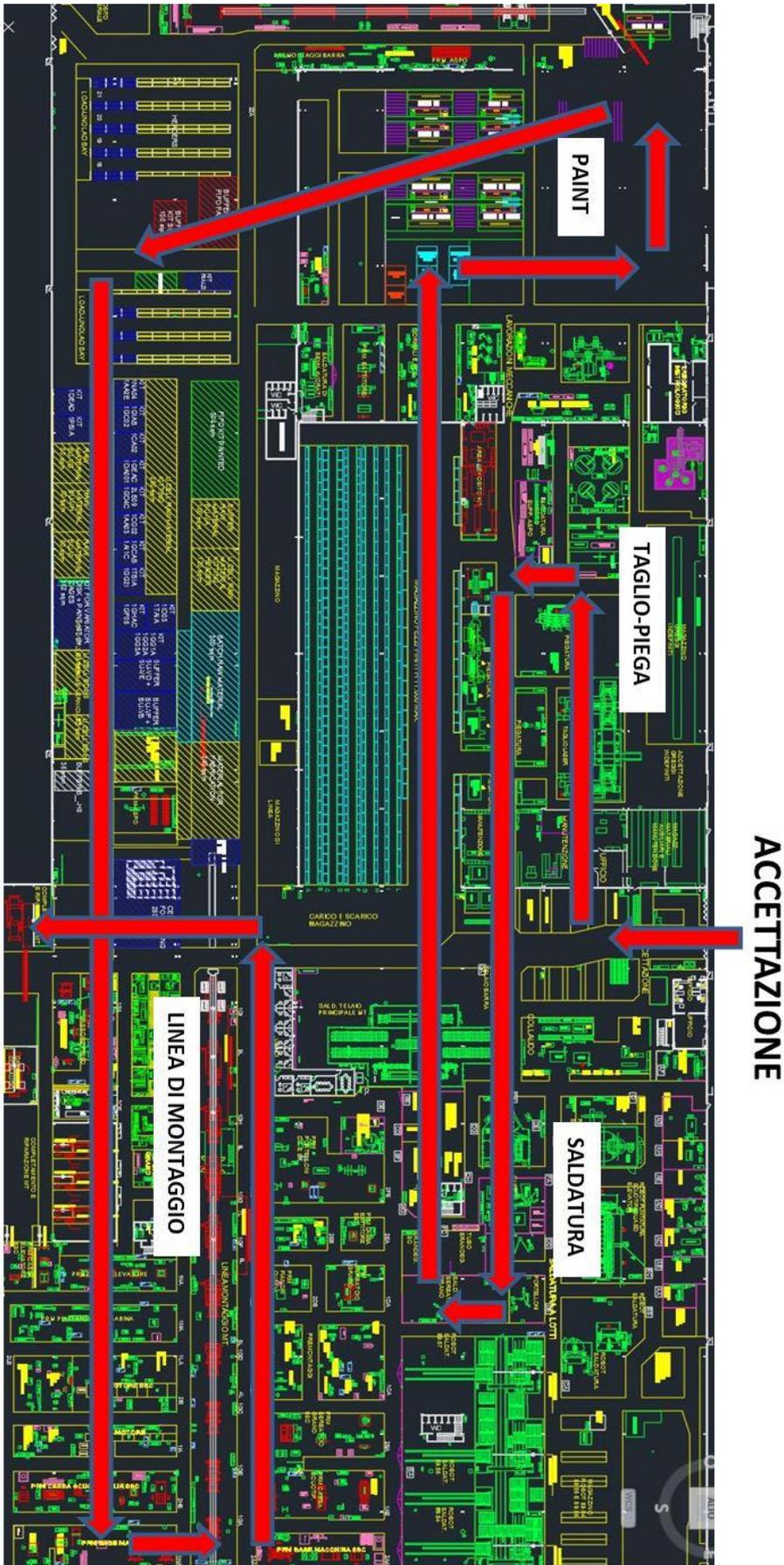


Figura 3.1 Flusso seguito dai materiali nel layout attuale

3.2 Reparto 11 - taglio-piega

Il reparto taglio-piega è mostrato in dettaglio in figura 3.2. Esso alimenta con i codici che produce il reparto saldatura, il paint e anche la linea.

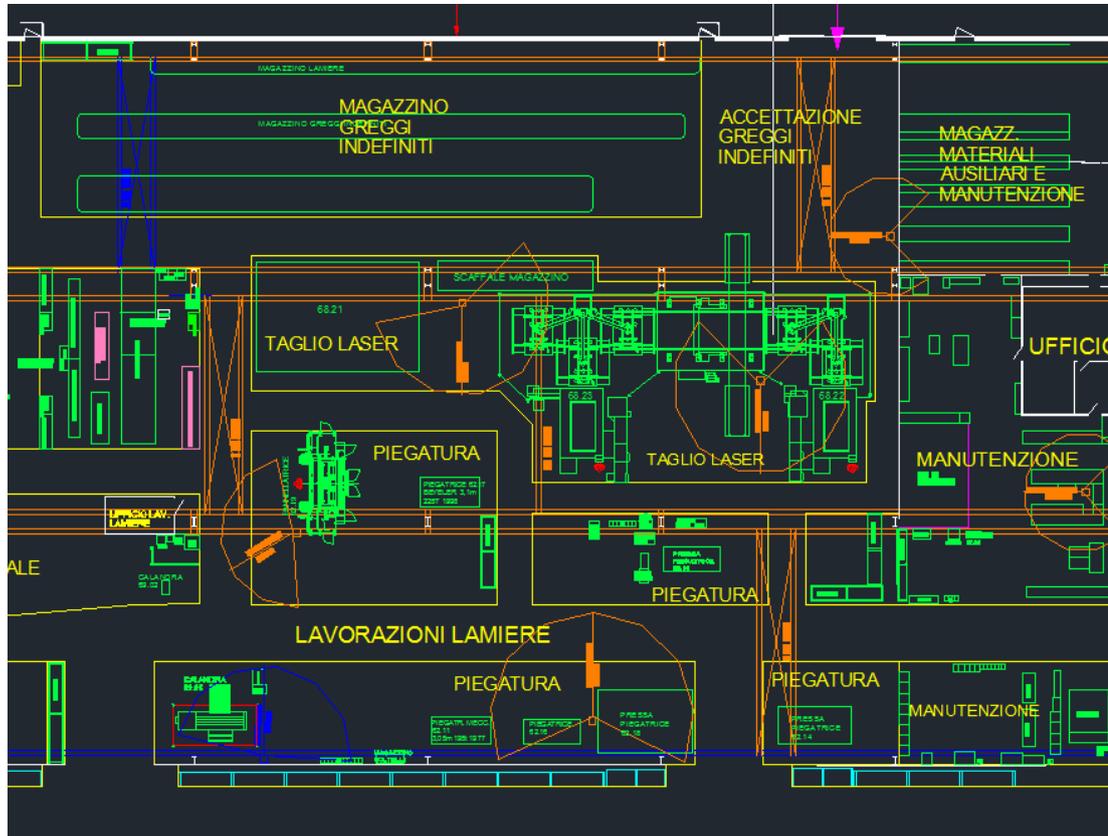


Figura 3.2 Layout attuale del reparto 11 Taglio - Piega

Esso è dotato di due macchine per il taglio laser a CO₂ della Trumpf asserviti da un magazzino manuale lamiera anch'esso della Trumpf dotato di carrello traslo-elevatore per la movimentazione delle lamiere.

Oltre ai laser sono presenti le piegatrici:

- Due TRUMPF rispettivamente una 5320 e una 5230, della serie TRUMPF sono quelle di maggior successo a livello mondiale. Dalla programmazione all'attrezzaggio fino alla piegatura vera e propria, non hanno rivali in termini di produttività.
- Una pannellartice Fbe di PRIMA POWER, essa offre una soluzione orientata al set-up piuttosto che alla gestione del materiale; sono infatti operazioni manuali il carico, lo scarico e la rotazione.

- Tre presso-piegatrici più datate marcate rispettivamente LDV, ILMA e BEYELER adatte a tonnellaggi meno elevati, esse sono adoperate in completamento alle nuove TRUMPF.
- Una calandra FACCIN per poter eseguire tale lavorazione, sia su lamiere tagliate, che su lamiere tagliate e piegate.

Completano il reparto tre magazzini-buffer di lamiere tagliate e non piegate, per consentire ai laser di tagliare h 24 e così non fermarli.

Il reparto è formato da circa 25 persone tra operatori addetti alla piega e addetti al taglio laser.

In figura 3.3 è mostrata la piegatrice TRUMPF 5230 attrezzata con gli utensili pronti per la piega.



Figura 3.3 Piegatrice Trumpf TruBend 5230

il robot con montata una maschera mentre in figura 3.6 è presentato il layout schematico della postazione del robot.



Figura 3.5 Robot 89.51 con montata una maschera e dei pezzi

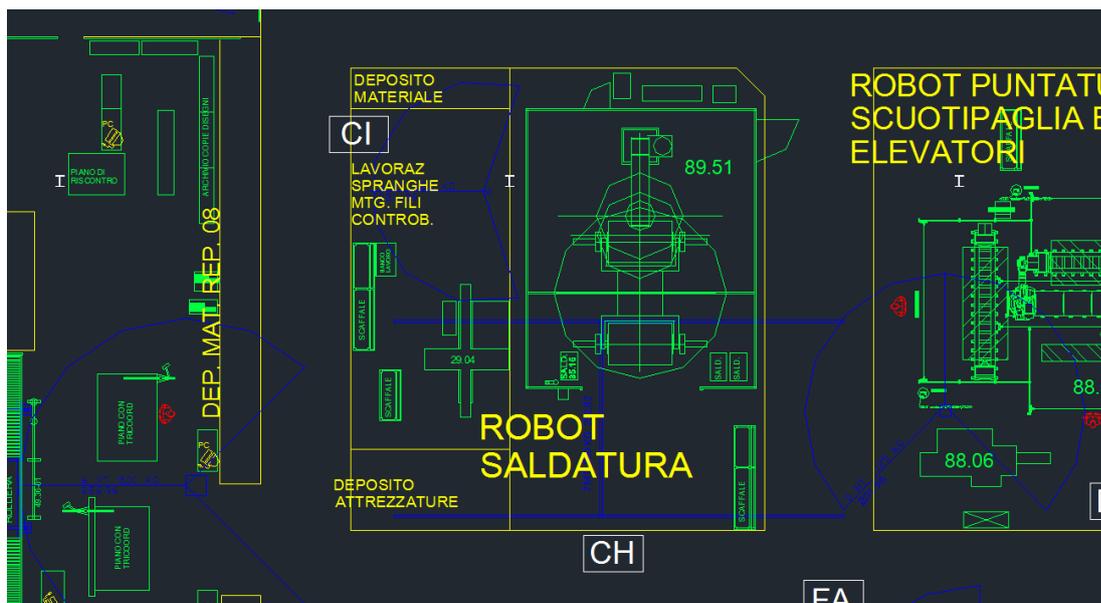


Figura 3.6 Dettaglio del layout del robot 89.51

3.3.2 Robot 89.52

Il robot 89.52 è un robot antropomorfo a sei gradi di libertà dell'ABB con polso sferico e dotato di un utensile finale che permette la saldatura a filo, uguale all'89.51, l'unica differenza riguardano le postazioni di saldatura, esse sono tre quindi possono essere montate in macchina tre maschere contemporaneamente, esse ruotano attorno ad un asse perpendicolare al suolo per raggiungere la postazione di saldatura, di conseguenza l'operatore ha due postazioni di lavoro in cui montare le eventuali dime e i pezzi. Il

robot salda la cassa oscillante superiore, le pareti esterne destre e sinistre e i rispettivi sottogruppi di diverse famiglie e gli assali anteriori di tipologie diverse con i rispettivi sottogruppi e supporti. In figura 3.7 è mostrata una postazione del robot con montata una maschera mentre in figura 3.8 è presentato il layout schematico della postazione del robot.



Figura 3.7 Una postazione del robot 89.52, si nota nell'altra postazione il robot di saldatura

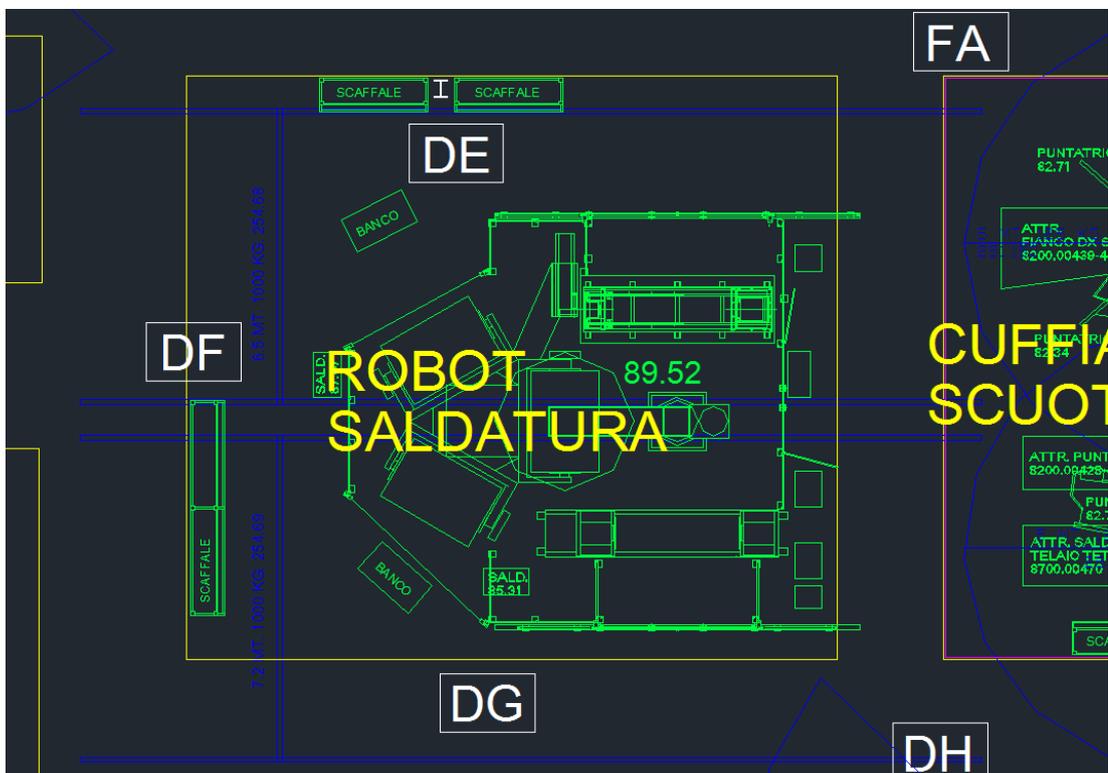


Figura 3.8 Dettaglio del layout del robot 89.52

3.3.3 Robot 89.56

Il robot 89.56 è un robot antropomorfo a sei gradi di libertà dell'ABB con polso sferico e dotato di un utensile finale che permette la saldatura a filo. Anch'esso come il robot 89.51, è dotato di due postazioni che ruotano attorno ad un asse parallelo al suolo rivolgendolo all'operatore una postazione, mentre l'altra postazione viene rivolta al manipolatore che nel frattempo salda il componente o i componenti. Il robot salda diversi codici tra cui le griglie e i rispettivi telai, i controbattitori, per i diversi tipi di cereale, le cuffie degli scuotipaglia e infine le spranghe di diversi rotori. In figura 3.9 è mostrata una postazione del robot con montata una maschera mentre in figura 3.10 è presentato il layout schematico della postazione del robot.



Figura 3.9 Postazione di lavoro del robot 89.56

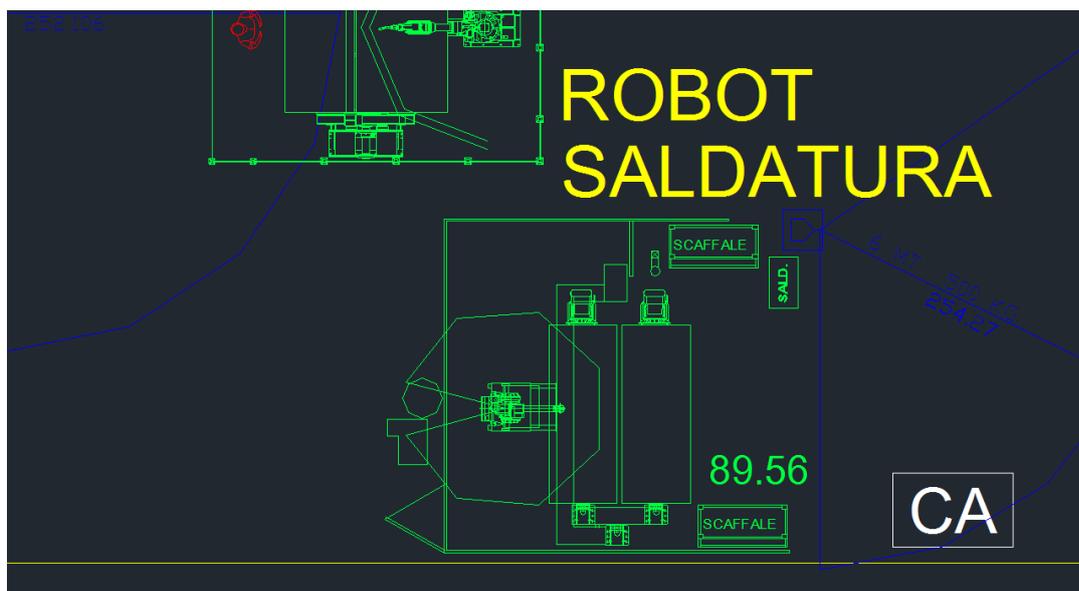


Figura 3.10 Dettaglio del layout del robot 89.56

3.3.4 Robot 89.59

Il robot 89.56 è un robot antropomorfo a sei gradi di libertà della KUKA con polso sferico e dotato di un utensile finale che permette la saldatura a filo. Come i precedenti robot anch'esso presenta due postazioni che ruotano attorno ad un asse parallelo al suolo, con una postazione rivolta all'operatore e l'altra postazione rivolta al manipolatore che salda. I componenti saldati da questo robot sono il controbattitore, il post-battitore, la cassa trinciapaglia, il lanciatore e diversi tipi di staffa e telaio motore a seconda della tipologia di motore montata. In figura 3.11 è mostrata una postazione del robot con montata una maschera mentre in figura 3.12 è presentato il layout schematico della postazione del robot.



Figura 3.11 Postazione di lavoro del robot 89.59

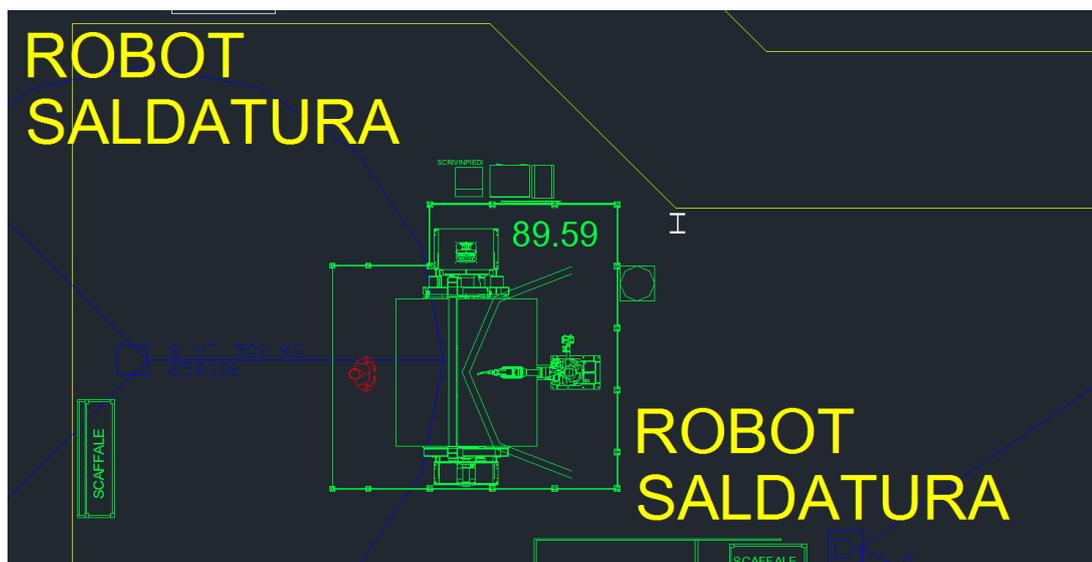


Figura 3.12 Dettaglio del layout del Robot 89.59

3.3.5 Sistema FMS di saldatura

Un sistema di produzione flessibile è un sistema in grado di realizzare per via automatica prodotti differenti.

Gli aspetti produttivi più rilevanti e di conseguenza i vantaggi dell'utilizzo di un sistema FMS sono:

- Possibilità di funzionamento in condizioni di guasto od usura di una parte del sistema, quando un componente è fuori uso infatti, vi è la possibilità di dirottare il componente che deve essere saldato con più urgenza su una stazione diversa da quella guasta e nel frattempo recuperare il guasto intervenendo con la manutenzione;
- Possibilità di gestire in parallelo la riorganizzazione della sequenza delle operazioni produttive a fronte di cambiamenti improvvisi [6] dovuti all'imprevedibilità del mercato attuale o a errori gestionali. Dunque se cambia la domanda cioè se cambia un lotto di produzione o vi è una richiesta improvvisa di un componente, la linea non si ferma: con gli FMS si riduce moltissimo (o addirittura si azzerà) il tempo di setup, esso è un tempo mascherato in quanto si esegue il setup mentre il sistema continua a lavorare;
- Funzionamento a ciclo continuo dopo la programmazione delle macchine ed i necessari approvvigionamenti [6] (dunque sono molto importanti i magazzini o l'approvvigionamento continuo dei kit con i pezzi);
- Tasso di saturazione dell'impianto produttivo molto elevato (è più che altro un auspicio quello di sfruttare al massimo le risorse su cui si è investito) [6];
- Possibilità di lavorare in maniera automatica e contemporaneamente parti differenti. Il vantaggio rispetto all'organizzazione per reparti è produrre parti differenti ma con efficienza molto elevata (nell'organizzazione per reparti si hanno grossi tempi di trasporto, logistica, attesa. Arrivano quasi al 95% e solo il 5% del tempo totale è di lavorazione effettiva) [6];
- Qualità più elevata e costante nelle lavorazioni svolte, in quanto le lavorazioni sono effettuate da manipolatori o comunque sistemi automatici che hanno nella ripetibilità il loro punto di forza;

Questi aspetti calzano a pennello con la realtà produttiva dello stabilimento, infatti la linea è impostata su un mixed models di conseguenza è richiesta la maggior flessibilità possibile ai reparti, oltre a ciò i pezzi saldati all'interno dell'FMS sono pezzi di

notevole importanza nella macchina (pezzi critici dal punto di vista dell'affidabilità) ed è essenziale che vengano saldati con la minima difettosità, in modo che dalle saldature non si innestino facilmente cricche.

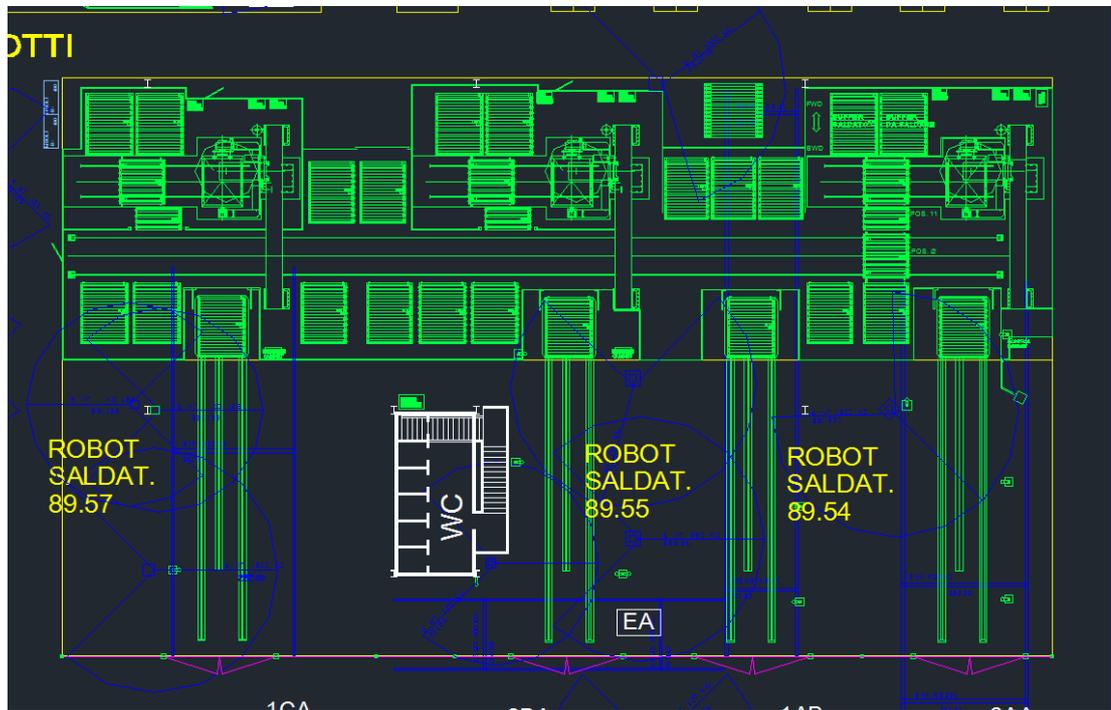


Figura 3.13 Dettaglio del layout del sistema FMS di saldatura

Il sistema FMS, il cui layout schematico è mostrato in figura 3.13, è composto da tre manipolatori antropomorfi ABB per la saldatura (89.54, 89.55 e 89.57), da tre baie di carico/scarico dei pezzi e da una baia esterna di cambio dima. Oltre a ciò vi è un sistema interno a navetta che trasporta i pallet e le dime da una postazione ad un'altra: tutte le postazioni in cui vi sono le dime sono dotate di rulli motorizzati per consentire lo spostamento automatico sulla navetta dei pallet. Il sistema FMS salda componenti quali assale anteriore e posteriore di diversi tipologie di macchine e relativi bracci destri e sinistri, il telaio inferiore a parallelogramma, le ralle elevatrici, e i cassoni fissi. In figura 3.14 è mostrato il corridoio centrale del sistema con la navetta, le postazioni per i pallet e una delle tre postazioni per la lavorazione.



Figura 3.14 Sistema FMS si noti la navetta centrale, il pallet in lavorazione sulla destra e le diverse postazioni-buffer per i pallet

CAPITOLO 4

Classificazione delle dime di saldatura

4.1 Procedura seguita per la classificazione

La classificazione delle dime di saldatura, come molte altre classificazioni, non è mai stata effettuata completamente nello stabilimento produttivo di Breganze. Di conseguenza si è reso necessario un lavoro di associazione di ogni attrezzatura al rispettivo robot, questa operazione si è effettuata anche per conoscere il numero di attrezzature da stoccare, essendo questo il dato fondamentale di partenza per il dimensionamento del magazzino. A questa informazione fondamentale sono state associate una serie di altre informazioni che saranno descritte dettagliatamente nel seguito presentando i dati; anch'esse molto importanti per progettare correttamente il magazzino.

Come si è proceduto dunque per la raccolta dei dati?

Si è partito da un file esistente di una classificazione approssimativa delle dime per la saldatura prodotte dall'anno 2010 in poi, di conseguenza erano presenti in questo file solo le maschere più recenti. Si sono quindi identificate fisicamente le maschere presenti nel file e si sono associati i codici saldati dalla maschera. Identificate tutte le maschere del file, si è proceduto poi a riconoscere tutte le altre maschere, provvedendo anche ad associare ad ogni maschera il rispettivo codice saldato. Tutto questo è stato possibile anche grazie all'esperienza degli operatori addetti all'attrezzaggio dei robot che hanno il know-how degli utensili, questo è un vantaggio in quanto l'operatore riconosce velocemente le maschere, ma è anche uno svantaggio: infatti se un domani l'operatore dovesse non esserci per qualsiasi motivo, un addetto nuovo o comunque una persona in cerca della maschera si troverebbe molto male e ci metterebbe molto più tempo solo per cercarla.

Oltre a ciò, maschera per maschera, si sono misurati gli ingombri massimi e si sono creati con gli ingombri dei modelli in Pro Engineer (semplici parallelepipedi) per avere un'idea di ingombro delle maschere ed eventualmente inserire, in futuro, i parallelepipedi nel modello del magazzino.

Infine è stato associato ad ogni maschera la modalità di stoccaggio e la sua ubicazione, ovvero in quale dei diversi magazzini o luoghi adibiti è stoccata.

Riassumendo le informazioni associate ad ogni maschera di saldatura sono:

- Zona stoccaggio: dove la maschera è stoccata al momento della classificazione, In figura 4.1 sono mostrate le diverse aree e come sono state nominate nelle tabelle contenenti le maschere.

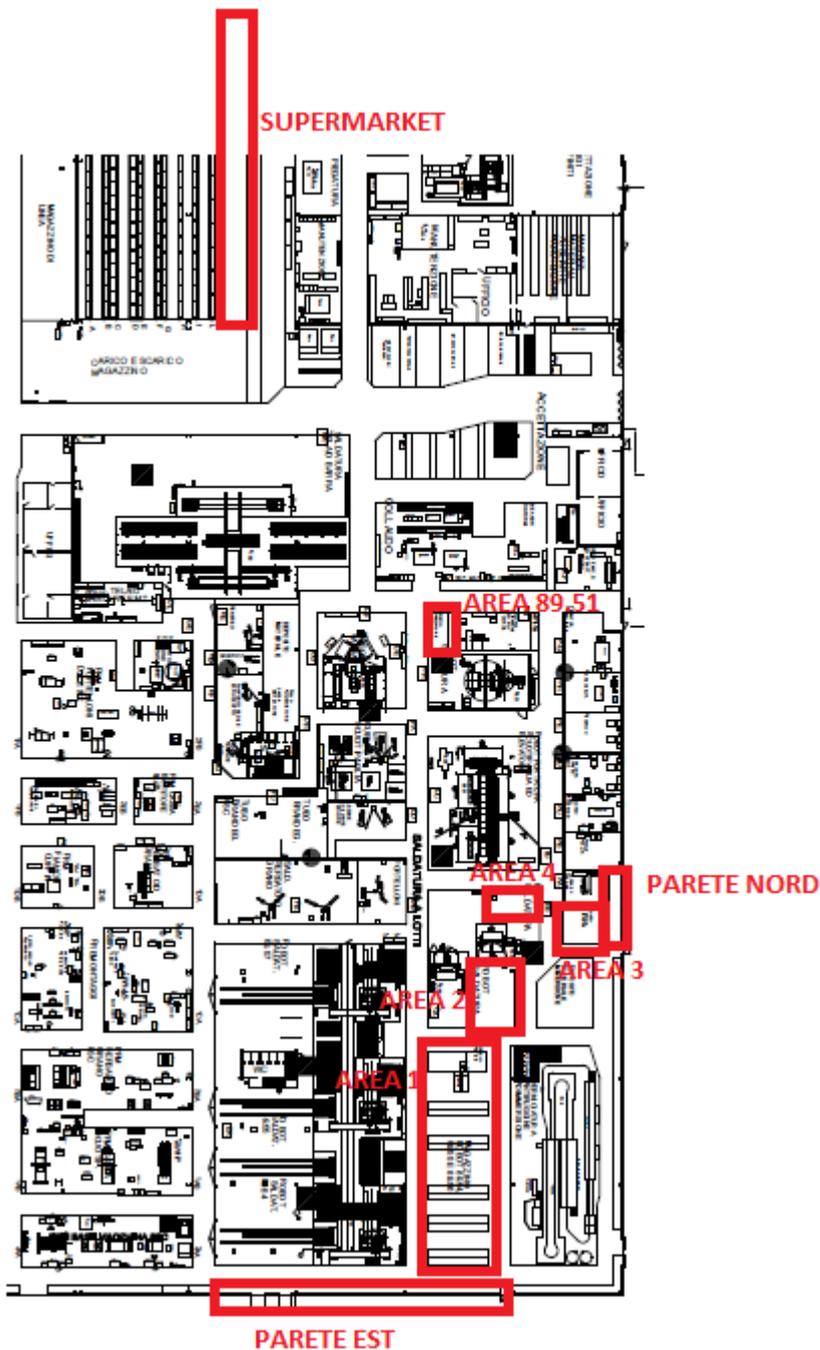


Figura 4.1 Zone di allocazione delle maschere nel layout attuale

- Modalità di stoccaggio: descrizione del supporto utilizzato per stoccare e sostenere la maschera di saldatura
- Codice attrezzatura: il codice specifico dell'attrezzatura distinto in old e new

- Ingombro massimo: ingombro massimo della maschera secondo lo schema riportato in figura 4.2. La lettera “a” rappresenta la lunghezza, la “b” la profondità mentre “c” è utilizzato per indicare l’altezza.

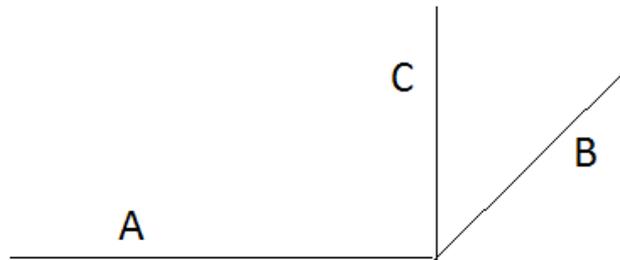


Figura 4.2 Schema utilizzato per raccogliere gli ingombri delle maschere

- Peso: peso dell’attrezzatura (ove disponibile)
- N. macchina: robot su cui va montata l’attrezzatura
- Abbinata: indica se più codici attrezzatura vengono montati sulla stessa maschera e quindi rappresentano una sola unità di carico da stoccare
- Descrizione componente: breve descrizione del componente saldato sulla maschera
- Note: eventuali note raccolte durante la classificazione
- Utilizzo famiglia: rappresenta in percentuale l’utilizzo di quel codice prodotto nella rispettiva famiglia di prodotti. Il dato si riferisce all’MPS sulla produzione nell’intero 2017
- Utilizzo Globale: rappresenta in percentuale l’utilizzo di quel codice prodotto su tutti i codici presenti in tutte le famiglie, ovvero rappresenta quanto sarà richiesto quel codice nell’anno di produzione 2017 rispetto agli altri

4.2 Descrizione aree di stoccaggio delle maschere

Le maschere attualmente vengono stoccate nelle zone di figura 4.1. Le più piccole o le trasformazioni vengono stoccate in magazzini manuali all’interno principalmente dei magazzini “parete nord” e “parete est”, mentre le altre, quelle più grandi, vengono stoccate a terra, mediante delle attrezzature “porta maschera” o senza. Tutte le maschere sono movimentate mediante dei carrelli elevatori.

Ora si descriverà brevemente zona per zona, la disposizione delle maschere e le loro modalità di movimentazione, infine si riporteranno le dimensioni di ogni singola zona e verrà effettuato il calcolo delle aree per ogni zona di stoccaggio.

Parete Est: magazzino a scaffalatura contenente dei cassoni di ferro all'interno dei quali vi sono le maschere o le trasformazioni per le maschere. Questo magazzino non può essere utilizzato per contenere tutte le maschere in quanto ha una profondità ridotta per consentire il passaggio di un corridoio tra il magazzino stesso e il sistema FMS. In questo magazzino sono stoccate principalmente trasformazioni delle maschere del robot 89.56 e alcune maschere dello stesso, c'è da dire, inoltre, che in questo magazzino vi sono anche alcuni componenti che servono all'attrezzatura e che "dormono" nelle casse ricoperti da diversi strati di polvere; essi occupano inutilmente dello spazio che potrebbe essere usato benissimo per stoccare delle maschere. Il magazzino parete est è costituito da 17 campate da 2.3 m per una lunghezza totale di circa 39 m e una profondità di 1 m, la superficie occupata risulta quindi di 39 m². In altezza invece si sviluppa su 4 piani in altezza. In figura 4.3 e 4.4 il magazzino parete est.



Figura 4.3 Magazzino parete est parte destra



Figura 4.4 Magazzino parete est sinistra

Parete Nord: anch'esso è un magazzino a scaffalatura in cui vi sono delle casse di ferro contenenti le trasformazioni per le maschere di saldatura, anch'esso ha una profondità ridotta. L'accesso al magazzino è difficoltoso in quanto davanti vi è l'area di stoccaggio 3, per accedervi è quindi necessario spostare diverse maschere. In queste scaffalature stanno principalmente le trasformazioni per le maschere del robot 89.59. Il magazzino è lungo 16.5 m ed è profondo 1 m, di conseguenza la sua superficie occupata è di 16.5 m².

Area 3: davanti al magazzino parte nord è presente un'area di stoccaggio a terra delle maschere di saldatura. Essa non permette l'accesso diretto alle scaffalature, oltre a ciò è accessibile da solo due lati su quattro disponibili, questo sta a significare che per movimentare una maschera vicino ad un lato inaccessibile è necessario movimentare anche tutte quelle vicine. Le maschere stanno quasi tutte su dei pallet di ferro dotati di ruote. L'area ha dimensioni 8 m x 5.5 m e quindi occupa una superficie di circa 44 m². In figura 4.5 è mostrata l'area di stoccaggio 3 di fronte al magazzino parete nord.

Area 2: si trova di fianco al robot 89.56 e quindi dietro al robot 89.59. Essa è accessibile da 3 lati sui quattro disponibili e le maschere sono stoccate una di fianco all'altra su dei carrelli dotati di ruote e progettati su misura per le maschere che vanno sul robot 89.56, di conseguenza in quest'area sono stoccate maschere dello stesso robot. L'area 2 ha dimensioni 8 m x 4.5 m e quindi occupa una superficie di circa 40 m². In figura 4.6 è mostrata l'area di stoccaggio 2.



Figura 4.5 Magazzino parete nord e area di stoccaggio 3

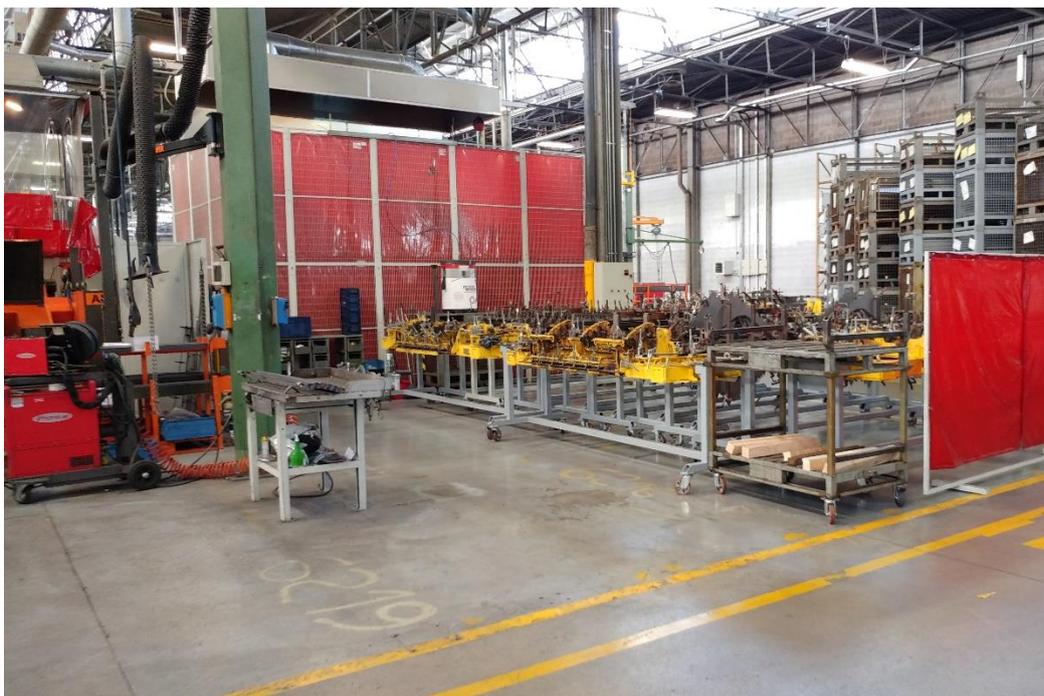


Figura 4.6 Area di stoccaggio 2

Area 1: essa è ubicata di fronte al sistema di saldatura FMS e di conseguenza vi sono riposte principalmente le maschere di saldatura che vanno all'interno dello stesso. Oltre a queste maschere ve ne sono anche alcune del 89.56. Le attrezzature sono tutte stoccate a terra o su pallet di ferro non dotati di ruote, di conseguenza le attrezzature sono movimentabili solo ed esclusivamente attraverso un carrello elevatore. L'area è accessibile solo da un lato su quattro disponibili. Le sue misure sono 17.5 m x 8.5 m con una superficie totale occupata di circa 150 m². In figura 4.7 è mostrata parzialmente l'area 1.



Figura 4.7 Area di stoccaggio 1

Area 4 e Area 89.51: sono delle aree in cui vengono stoccate temporaneamente le maschere di saldatura vicino ai robot 89.59 e 89.51. Esse occupano uno spazio di circa 6 m², molto esiguo rispetto alle aree descritte in precedenza.

Area supermarket: alcune maschere, le più pesanti e voluminose vengono stoccate all'interno della corsia più esterna del magazzino supermarket. Esse sono stoccate in delle scaffalature su più piani. Questa volta le scaffalature hanno una profondità tale da consentire lo stoccaggio di qualsiasi tipo di maschera, ma essendo il luogo distante dai robot si preferisce stoccare il meno possibile in quest'area. La superficie occupata dalle scaffalature adibite allo stoccaggio delle maschere nel supermarket è di circa 50 m².

4.3 Dati raccolti

In questo paragrafo, per ogni robot, vengono riportate delle tabelle contenenti i dati raccolti sulle maschere.

Robot 89.51

Nelle tabelle 4.1 e 4.2 sono riportati i dati raccolti sulle maschere per il robot 89.51:

<u>Zona Stoccaggio</u>	<u>Modalità</u>	<u>Old code</u>	<u>New code</u>	<u>A(mm)</u>	<u>B(mm)</u>	<u>C(mm)</u>	<u>Peso(kg)</u>	<u>N. macchina</u>	<u>Abbinata</u>
supermarket	su staffe		8SD00081	2500	900	1100		89.51	pallet unico
supermarket	su staffe		8SD00087	2500	900	1100		89.51	
magazzino parete est	staffa su misura	8700.03063		2500	1300	1500	580	89.51	pallet unico
magazzino parete est	staffa su misura	8700.03039		2500	1300	1500	580	89.51	
magazzino parete est	staffa su misura	8700.03068		2500	1300	1500	580	89.51	
magazzino parete est	staffa su misura	8700.03062		2500	1300	1500	580	89.51	pallet unico
magazzino parete est	staffa su misura	8700.03038		2500	1300	1500	580	89.51	
magazzino parete est	staffa su misura	8700.03068		2500	1300	1500	580	89.51	
area 89.51	su supporto particolare	8705.01082		2600	1400	600		89.51	
supermarket	su pallet ferro	8700.01666		2600	800	700		89.51	pallet unico
supermarket	su pallet ferro	8700.02815		2600	800	700		89.51	
supermarket	su pallet ferro	8700.02818		2600	800	700		89.51	
supermarket	pallet ferro + supporti in legno	8700.01667		2600	900	500		89.51	pallet unico
supermarket	pallet ferro + supporti in legno	8700.02816		2600	900	500		89.51	
supermarket	pallet ferro + supporti in legno	8700.02817		2600	900	500		89.51	
supermarket	su pallet ferro	8700.02887		2500	1000	1000		89.51	
supermarket	su cassa	8700.03096		2500	1000	1200		89.51	
magazzino parete est	su pallet ferro	8700.03094		2600	1400	600		89.51	stoccate assieme
magazzino parete est	su pallet ferro	8700.03093		2600	1400	600		89.51	stoccate assieme
parete est	pallet ferro	8700.02767		2600	1200	700		89.51	
supermarket	su staffa	8700.03143		2700	1300	1300	688	89.51	pallet unico
supermarket	su staffa	8700.03144		2700	1300	1300	688	89.51	
89.51	in macchina	8700.03115		2600	1100	800		89.51	
supermarket	pallet ferro + supporti in legno	8700.03116		2600	1100	800		89.51	
89.51	in macchina	8700.03045		2400	800	300		89.51	

Tabella 4.1 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere del robot 89.51

<u>Old code</u>	<u>New code</u>	<u>Descrizione Componente</u>	<u>UTILIZZO FAMIGLIA</u>	<u>UTILIZZO GLOBALE</u>
	8SD00081	MUFFLER FRAME		71%
	8SD00087	MUFFLER SUPPORT	23%	4%
8700.03063		BRACCETTO DX	14%	11%
8700.03039		CPL SUPPORTO RIDUTTORE DX + STGR	14%	11%
8700.03068		CPL SUPPORTO RIDUTTORE DX + STGR		
8700.03062		BRACCETTO SX	14%	11%
8700.03038		CPL SUPPORTO RIDUTTORE SX + STGR	14%	11%
8700.03068		CPL SUPPORTO RIDUTTORE SX + STGR	14%	11%
8705.01082		SUPP.ASSALE POST.SALDATO 5SC/6SC	88%	72%
8700.01666		STGR TRAPEZIO ANTERIORE	7%	6%
8700.02815		PIASTRA DX ATTACCO RIDUTTORI - SALDATURA		0%
8700.02818		TELAIO DI BASE X POSIZ. ATTREZZATURE - SALDATURA	7%	6%
8700.01667		STGR.TRAPEZIO POSTERIORE	7%	6%
8700.02816		PIASTRA SX ATTACCO RIDUTTORI - SALDATURA		0%
8700.02817		TELAIO DI BASE X POSIZ. ATTREZZATURE - SALDATURA	7%	6%
8700.02887		SUPPORTO ASSALE POSTERIORE/REAR AXLE SUPP. PLI WA	6%	5%
8700.03096		SALDATURA SEMIL. SUPPORTO ASSALE POST. AL 4WD	5%	4%
8700.03094		SALDATURA PIASTRA SUPPORTO SX RIDUTTORE 89/12 AL	5%	4%
8700.03093		SALDATURA PIASTRA SUPPORTO DX RIDUTTORE 89/12 AL	5%	4%
8700.02767		TELAIO FISSO POSTERIORE - SALDATURA/TELAIO FISSO ASSALE POSTER.	5%	8%
8700.03143		SIDE WA - UPPER L, RR AXLE SUP	23%	4%
8700.03144		SIDE WA - UPPER R, RR AXLE SUP	23%	4%
8700.03115		SUPPORT WA - RR AXLE/MASCHERA DI SALD. SUPPORTO ASSALE GEN2	100%	18%
8700.03116		SUPPORT WA - RR AXLE/MASCHERA DI SALD. SUPPORTO ASSALE GEN2	100%	18%
8700.03045		GRATE WA/CPL SALDATURA GRIGLIE ROTORE GEN. 2	68%	12%

Tabella 4.2 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere del robot 89.51

Robot 89.52

Nelle tabelle 4.3 e 4.4 sono riportati i dati raccolti sulle maschere per il robot 89.52:

<u>Zona Stoccaggio</u>	<u>Modalità</u>	<u>Old</u>	<u>New</u>	<u>A(mm)</u>	<u>B(mm)</u>	<u>C(mm)</u>	<u>Peso(kg)</u>	<u>N. macchina</u>	<u>Abbinata</u>
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.03169		2300	2300	1600		89.52	pallet unico
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.03167		2300	2300	1600		89.52	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.03168		2300	2300	1600		89.52	
area 89.52	su robot	8700.03078		2300	1100	1000		89.52	pallet unico
area 89.52	su robot	8700.03081		2300	1100	1000		89.52	
area 89.52	su robot	8700.03075		2300	1150	1100		89.52	pallet unico
area 89.52	su robot	8700.03082		2300	1150	1100		89.52	
area 89.52	su robot	8700.03091		2300	1150	1100		89.52	
supermarket	su cassa	8700.02805		2500	1100	1100		89.52	
supermarket	su supporto particolare	8700.02792		2500	1700	1200	1180	89.52	pallet unico
supermarket	su supporto particolare	8700.02831		2500	1700	1200	1180	89.52	
89.52	in macchina	8700.01332		2600	1300	1000	1600	89.52	pallet unico
89.52	in macchina	8700.01691		2600	1300	1000	1600	89.52	
89.52	in macchina	8700.01453		2600	1800	1200		89.52	pallet unico
89.52	in macchina	8705.01003		2600	1800	1200		89.52	
supermarket	su staffe	8700.02781		2000	1300	800		89.52	pallet unico
supermarket	su staffe	8700.02873		2000	1300	800		89.52	
supermarket	su staffe	8700.02943		2000	1300	800		89.52	

Tabella 4.3 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere del robot 89.52

<u>Old code</u>	<u>New code</u>	<u>Descrizione Componente</u>	<u>UTILIZZO FAMIGLIA</u>	<u>UTILIZZO GLOBALE</u>
8700.03167		FIANCO DX ASSALE ANTERIORE/ ASSALE ANTERIORE R200/M200		15%
8700.03168		FIANCO SX ASSALE ANTERIORE		15%
8700.03078		SALDATURA STGR PARETE EST.FIANCO SX	14%	11%
8700.03081		SALDATURA STGR PARETE INT. FIANCO SX	14%	11%
8700.03075		SALDATURA STGR PARETE EST FIANCO DX	14%	11%
8700.03082		SALDATURA STGR PARETE INT. FIANCO DX	14%	11%
8700.03091		APPLICAZIONE SU ROBOT 8952 DELLE ATTREZZATURE 8700.03075/76/8700.03082		
8700.02805		SUPPORTO ASSALE POSTERIORE - SALDATURA	2%	2%
8700.02792		TELAIO FISSO ASSALE ANTER. - SALDATURA/TELAIO FISSO RIBASSATO ANT	5%	6%
8700.02831		TELAIO FISSO ASS. ANT. - SALDATURA		0%
8700.01332		ASSALE ANTERIORE	61%	51%
8700.01691		STGR ASSALE ANTERIORE	61%	51%
8700.01453		CASSA OSCILL. SUP. COMPL.		43%
8705.01003		CASSA OSCILL. SUP. COMPL.		81%
8700.02781		TELAIO FISSO RIBASSATO ANT	5%	8%
8700.02873		TELAIO FISSO RIBASSATO ANT	5%	8%
8700.02943		STAFFA FERMO ASSALE		0%

Tabella 4.4 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere del robot 89.52

Robot FMS (89.54 – 89.55 – 89.57)

Nelle tabelle 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8 sono riportati i dati raccolti sulle maschere per i robot del sistema FMS:

<u>Zona</u> <u>Stoccaggio</u>	<u>Modalità</u>	<u>Old</u>	<u>New</u>	<u>A(mm)</u>	<u>B(mm)</u>	<u>C(mm)</u>	<u>Peso(kg)</u>	<u>N.</u> <u>macchina</u>	<u>Abbinata</u>
FMS	pallet FMS	8700.01678		2000	2600	900		89.54	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.02737		2000	2200	600		89.54	
area 1	pallet FMS	8700.02738		2050	2200	700		89.54	
FMS	pallet FMS	8700.02859		2100	2500	1000		89.54	pallet unico
FMS	pallet FMS		8SD00070	2100	2500	1000		89.54	
FMS	pallet FMS		8SD00071	2100	2500	1000		89.54	
FMS	pallet FMS	8700.02860		2100	2500	1000		89.54	
FMS	pallet FMS	8700.02861		2100	2500	1000		89.54	
FMS	pallet FMS	8700.02897		2000	2400	1000		89.54	pallet unico
FMS	pallet FMS	8705.01084		2000	2400	1000		89.54	
FMS	pallet FMS	8700.02863		2000	2400	1000		89.54	
FMS	pallet FMS	8700.02864		2000	2400	1000		89.54	
parete est	contenitore	8700.02978		2000	2400	1000		89.54	
FMS	psllet FMS		8SD00048	2100	2400	900		89.54	pallet unico
FMS	psllet FMS		8SD00051	2100	2400	900		89.54	
FMS	psllet FMS		8SD00052	2100	2400	900		89.54	
area 1	pallet ferro		8SD00049	2000	2100	700		89.54	pallet unico
area 2	pallet ferro		8SD00053	2000	2100	700		89.54	
area 3	pallet ferro		8SD00054	2000	2100	700		89.54	
FMS	pallet FMS		8SD00041	2400	2400	800		89.54	pallet unico
FMS	pallet FMS		8SD00042	2400	2400	800		89.54	
FMS	pallet FMS		8SD00043	2000	2400	1000		89.54	
area 1	a terra		8SD00142/143/144	2000	2250	1100		89.54	
area 1	su pallet FMS su supporto ferro		8SD00145	2000	2250	700		89.54	
FMS	su pallet	8700.02902		2200	2600	1600		89.54	pallet unico
FMS	su pallet	8700.02913		2200	2600	1600		89.54	
FMS	su pallet	8700.02933		2200	2600	1600		89.54	

Tabella 4.5 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere del robot 89.54

<u>Old code</u>	<u>New code</u>	<u>Descrizione Componente</u>	<u>UTILIZZO FAMIGLIA</u>	<u>UTILIZZO GLOBALE</u>
8700.01681		TELAIO INFERIORE PARALLELOGRAMMA/AL	5%	8%
8700.01678		TELAIO INFERIORE PARALLELOGRAMMA/AL	5%	4%
8700.02737		FIANCATA SX BATTITORE - SALDATURA		82%
8700.02738		FIANCATA DX BATTITORE - SALDATURA		82%
8700.02859		ASSALE POSTERIORE REGISTRABILE - SALDATURA	61%	50%
	8SD00070	BRACCIO DX WA	61%	50%
	8SD00071	BRACCIO SX WA	61%	50%
8700.02860		STGR ASSALE REGISTR. DX - SALDATURA		
8700.02861		STGR ASSALE REGISTR. SX - SALDATURA		
8700.02897		STGR. ASSALE FISSO - SALDATURA	17%	14%
8705.01084		ASSALE POST. REGISTRABILE REV 200/FISSO M200	19%	16%
8700.02863		BRACCIO DX ASSALE REGISTR. - SALDATURA		10%
8700.02864		BRACCIO SX ASSALE REGISTR. - SALDATURA		10%
8700.02978		APPOGGIO STGR ANCORAGGIO SUPP. FUSELLO/ASSALE POST.4WD ALREV SALDATO	2%	2%
	8SD00048	RALLA GEN2 DA PIANO/ TILT FRAME - STD	75%	14%
	8SD00051	TILT FRAME - STD	75%	14%
	8SD00052	TILT FRAME - STD	75%	14%
	8SD00049	RALLA GEN2 AL/ TILT FRAME - AL	25%	4%
	8SD00053	TILT FRAME - AL	25%	4%
	8SD00054	TILT FRAME - AL	25%	4%
	8SD00041	ASSALE POST REGISTRABILE GEN2/WELDED AXLE	92%	17%
	8SD00042	MASCHERA PER SALDATURA PROLUNGHE	92%	17%
	8SD00043	MASCHERA PER SALDATURA PROLUNGHE		
	8SD00142/143/144	MASCHERA SALDATURA SOTTOGRUPPI PARALLELOGRAMMA 6SC PLI	2%	1%
	8SD00145	MASCHERA SALDATURA PARALLELOGRAMMA 6SC PLI	2%	1%
8700.02902		CASSA ELEVATORE - SALDATURA		
8700.02913		SGTR FIANCHI + BOCCOLA - SALDATURA		
8700.02933		STGR CASSA ELEVATORE - SALDATURA		

Tabella 4.6 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere del robot 89.54

<u>Zona Stoccaggio</u>	<u>Modalità</u>	<u>Old code</u>	<u>New code</u>	<u>A(mm)</u>	<u>B(mm)</u>	<u>C(mm)</u>	<u>Peso(kg)</u>	<u>N. macchina</u>	<u>Abbinata</u>
FMS	pallet FMS	8700.02736		2100	2600	700		89.55	
FMS	pallet FMS	8700.03035		2000	2700	1400		FMS	pallet unico
FMS	pallet FMS	8700.01689		2000	2700	1400		FMS	
area 1	su pallet FMS	8700.01675		2000	2300	1500		89.55	pallet unico
area 1	su pallet FMS	8700.03109		2000	2300	1500		89.55	
area 1	su pallet FMS	8700.02986		2000	2300	1500		89.55	
FMS	pallet FMS	8700.02906		2200	2700	1300		89.55	pallet unico
FMS	pallet FMS	8700.02936		2200	2700	1300		89.55	
area 1	pallet FMS	8705.01101		2000	1600	1400		FMS	pallet unico
area 1	pallet FMS	8705.01100		2000	1600	1400		FMS	
area 1	pallet FMS	8700.03024		2000	1600	1400		FMS	
area 1	cassa ferro + supporti legno	8700.02935		2100	2300	1400	428	89.55	
FMS	pallet FMS		8SD00062	2100	2700	900		89.55	pallet unico
FMS	pallet FMS		8SD00063	2100	2700	900		89.55	
FMS	pallet FMS	8700.02641		2400	2400	800		89.55	
FMS	pallet FMS		8SD00038	2100	2600	1100		89.55	pallet unico
FMS	pallet FMS		8SD00044	2100	2600	1100		89.55	
FMS	pallet FMS	8700.02950		2100	2400	1100		89.57	pallet unico
FMS	pallet FMS	8700.02876		2100	2400	1100		89.57	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.03073		2000	1800	800		89.57	pallet unico
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.03074		2000	1800	800		89.57	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.03071		2100	2900	1300		89.57	
FMS	pallet FMS	8700.03084		2100	2600	1400	687	89.57	pallet unico
FMS	pallet FMS	8700.03085		2100	2600	1400	687	89.57	
FMS	pallet FMS	8700.03086		2100	2600	1400	687	89.57	
FMS	pallet FMS	8700.03087		2100	2600	1400	687	89.57	
FMS	pallet FMS	8700.03072		2000	2250	1200	655	89.57	pallet unico
FMS	pallet FMS	8700.03080		2000	2250	1200	655	89.57	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.03090		2000	2400	900	607	89.57	
FMS	pallet FMS		8SD00007	2100	2800	1000	1300	89.57	pallet unico
FMS	pallet FMS		8SD00055	2100	2800	1000	1300	89.57	
FMS	pallet FMS		8SD00008	2000	2500	1100		89.57	
FMS	pallet FMS	8700.03036		2000	2500	1400	668	89.57	pallet unico
FMS	pallet FMS	8700.03099		2000	2500	1400	668	89.57	
FMS	pallet FMS	8700.00310		2000	2500	1400	668	89.57	

Tabella 4.7 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere dei robot 89.55 e 89.57

<u>Old code</u>	<u>New code</u>	<u>Descrizione Componente</u>	<u>UTILIZZO FAMIGLIA</u>	<u>UTILIZZO GLOBALE</u>
8700.02736		FIANCO DX CASSA SCUOTIPAGLIA - SALDATURA		61%
8700.03035		STGR FIANCO SX CASSONE FISSO		
8700.01689		STGR FIANCO DX/SX CASSONE FISSO		
8700.01675		ASSALE ANTERIORE/ASSALE ANTERIORE STR. AL4TEC	5%	4%
8700.03109		SALDATURA STGR TUBO DX/SX ATTACCO PIASTRA RIDUTTORE		
8700.02986		ASSALE ANTERIORE STR. AL4TEC		0%
8700.02906		CASSA ELEVATORE 5SC - SALDATURA		33%
8700.02936		STGR TRAVE CASSA ELEVATORE - SALDATURA		33%
8705.01101		FIANCATA BATTITORE DX REV		
8705.01100		FIANCATA BATTITORE SX REV		
8700.03024		SUPPORTO PER POSIZIONAMENTO ATTREZZATURE		
8700.02935		CPL CASSA ELEVATORE - SALDATURA		4%
	8SD00062	FIANCATA BATTITORE DX GEN2	100%	18%
	8SD00063	FIANCATA BATTITORE SX GEN2	100%	18%
8700.02641		CASSA ELEVATORE 5SC - SALDATURA/ CASSA ELEVATORE M200+7RULLI	0%	0%
	8SD00038	CASSA ELEVATORE GEN2/FEEDER HOUSING WA	100%	18%
	8SD00044	CASSA ELEVATORE GEN2/FEEDER HOUSING WA	100%	18%
8700.02950		CASSONE FISSO SU 8954/ FIXED BODY 5 SC./ FIXED BODY 6 SC./SIEVE FRAME 6SW PLI/STIFFENING BEAM WA		83%
8700.02876		TRAVE IRRIGIDIMENTO		8%
8700.03073		SALDATURA STGR LONGHERONE POSTERIORE		
8700.03074		SALDATURA STGR LONGHERONE ANTERIORE		
8700.03071		SALDATURA CPL ASSALE 6SC NLC	7%	6%
8700.03084		SALDATURA STGR TRAVETTO INFERIORE RALLA/ TILT FRAME		61%
8700.03085		SALDATURA RALLA ELEVATORE WWHP 6SC/		61%
8700.03086		SALDATURA RALLA ELEVATORE WWHP 5SC/ TILT FRAME		61%
8700.03087		APPLICAZIONE SU PALLET ABB 8700.03084/8700.03085/8700.03086		
8700.03072		SALDATURA CPL ASSALE 5SC NLC	7%	5%
8700.03080		SALDATURA ANCOR. MARTINETTO ELEV. 5SC		
8700.03090		SALDATURA CPL ASSALE 4WD AL RINFORZATO	5%	4%
	8SD00007	MASCHERA SALDATURA ASSALE ANTERIORE GEN2 AL	25%	4%
	8SD00055	MASCHERA SALDATURA ASSALE ANTERIORE GEN2 AL	25%	4%
	8SD00008	MASCHERA SALDATURA ASSALE ANTERIORE GEN2	100%	18%
8700.03036		RALLA WWHP 5 SCUOTIPAGLIA		11%
8700.03099		SALDATURA STGR TRAVETTO INFERIORE RALLA		11%
8700.00310		SALDATURA RALLA ELEVATORE 6SC NLC		11%

Tabella 4.8 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere dei robot 89.55 e 89.57

Robot 89.56

Nelle tabelle 4.9 e 4.10 sono riportati i dati raccolti sulle maschere per il robot 89.56:

<u>Zona</u> <u>Stoccaggio</u>	<u>Modalità</u>	<u>Old code</u>	<u>New code</u>	<u>A(mm)</u>	<u>B(mm)</u>	<u>C(mm)</u>	<u>Peso(kg)</u>	<u>N.</u> <u>macchina</u>	<u>Abbinata</u>
area 2	su carrello	8700.02743		3100	1100	700		89.56	
area 2	su carrello	8700.02746		3100	1100	600		89.56	pallet unico
area 2	su carrello	8700.02636		3100	1100	600		89.56	
area 2	su carrello	8700.02854		3100	1000	1100		89.56	pallet unico
area 2	su carrello	8700.03064		3100	1000	1100		89.56	
area 2	su carrello	8700.02630		3100	600	1100		89.56	pallet unico
area 2	su carrello	8700.03023		3100	600	1100		89.56	
area 2	su carrello	8700.02630		3100	600	1100		89.56	pallet unico
area 2	su carrello	8700.01975		3100	600	1100		89.56	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.02794 B		3100	700	700		89.56	pallet unico
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.02742		3100	700	700		89.56	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.01672		3100	700	700		89.56	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.03034		3100	700	700		89.56	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.02941		3100	700	700		89.56	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.02794 A		3100	700	700		89.56	pallet unico
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.02940		3100	700	700		89.56	
area 1	pallet ferro + supporti in legno	8700.03034		3100	700	700		89.56	
area 2	su carrello		8SD00096	3100	1000	1100		89.56	
area 2	su carrello		8SD00097	3100	1000	1100		89.56	
area 2	su carrello		8SD00115	3100	1000	500		89.56	
area 2	su carrello		8SD00116	3100	900	500	420	89.56	
area 2	su carrello		8SD00117	3100	1200	600	420	89.56	
area 1	su supporto + carrello	8705.01023		3000	900	500		89.56	
area 1	su supporto + carrello	8705.01259		3000	600	500		89.56	pallet unico
area 1	su supporto + carrello	8700.02928		3000	600	500		89.56	

Tabella 4.9 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere del robot 89.56

<u>Old code</u>	<u>New code</u>	<u>Descrizione Componente</u>	<u>UTILIZZO FAMIGLIA</u>	<u>UTILIZZO GLOBALE</u>
8700.02974		STGR. DISCO CENTRALE/ROTORE APERTO MCS X MT 6SC	46%	5%
8700.02743		STGR TUBO CON DITI DX - SALDATURA ROTORE APERTO MCS X MT 6SC/5SC	77%	62%
8700.02746		STGR TUBO CON DITI SX - SALDATURA ROTORE APERTO MCS X MT 6SC/5SC	77%	62%
8700.02636		STG NUOVO ROTARY FIANCHI DX/SX - SALDATURA	31%	24%
8700.02854		PETTINE CONTROBATTOTORE - SALDATURA		81%
8700.03064		STGR TRAVERSA ANT. TELAIO PRINCIPALE 5/6 SC LCS/M	100%	81%
8700.02630		STGR ANT. SCUOTIPAGLIA - STGR.PUNTE SCUOTIPAGLIA	100%	82%
8700.03023		SUPPORTI POSIZIONAMENTO ATTREZZATURE	100%	82%
8700.02630		STGR ANT. SCUOTIPAGLIA - STGR.PUNTE SCUOTIPAGLIA	100%	82%
8700.01975		STGR SUPPORTO POST. SCUOTIPAGLIA - SALDATURA	100%	82%
8700.02794 B		SUPPORTO MARTINETTO - SALDATURA		
8700.02742		TELAIO FISSO ANTERIORE AUTOLIVELL. - SALDATURA/STGR.MENSOLA SX/DX	10%	8%
8700.01672		STGR TUBO SUPPORTO ASSALE POSTERIORE	6%	7%
8700.03034		SUPPORTI PER POSIZIONAMENTO ATTREZZATURE		
8700.02941		STGR MENSOLA SX - SALDATURA	2%	2%
8700.02794 A		SUPPORTO MARTINETTO - SALDATURA		
8700.02940		STGR MENSOLA DX - SALDATURA	7%	6%
8700.03034		SUPPORTI PER POSIZIONAMENTO ATTREZZATURE		
	8SD00096	ATTR SALDATURA SPRANGA ROTARY 2838025		
	8SD00097	ATTR SALDATURA SPRANGA ROTARY 2838024		
	8SD00115	MASCHERA CONTROBATTITORI AD ELEMENTI/FRAME WA - CONCAVE, 6SW,5SW		13%
	8SD00116	MASCHERA CONTROBATTITORI AD ELEMENTI		13%
	8SD00117	MASCHERA CONTROBATTITORI AD ELEMENTI		13%
8705.01023		TELAIO GRIGLIA POST.MCS 5/6SC	76%	63%
8705.01259		TELAIO GRIGLIA ANT. MCS 5/6SC	76%	63%
8700.02928		TELAIO GRIGLIA - SALDATURA	76%	63%

Tabella 4.10 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere del robot 89.56

Robot 89.59

Nelle tabelle 4.11 e 4.12 sono riportati i dati raccolti sulle maschere per il robot 89.59:

<u>Zona Stoccaggio</u>	<u>Modalità</u>	<u>Old code</u>	<u>New code</u>	<u>A(mm)</u>	<u>B(mm)</u>	<u>C(mm)</u>	<u>Peso(kg)</u>	<u>N. macchina</u>	<u>Abbinata</u>
area 3	su carrello	8700.02825		3100	500	700		89.59	pallet unico
area 3	su carrello	8700.02885		3100	500	700		89.59	
area 3	su staffa + bancale		8SD00112	3000	900	1100		89.59	
area 3	su staffa particolare + pallet ferro		8SD00058	3000	750	1000	550	89.59	
area 3	su staffe	8700.03089		3000	550	1100		89.59	pallet unico
area 3	su staffe	8700.03088		3000	550	1100		89.59	
area 3	su staffa + carrello		8SD00082	3000	900	1100		89.59	pallet unico
area 3	su staffa + carrello		8SD00104	3000	900	1100		89.59	
area 4	su staffe		8SD00086	3000	800	350		89.59	
area 4	su staffe	8705.00944		3000	1000	850	510	89.59	pallet unico
area 4	su staffe	8700.01488		3000	1000	850	510	89.59	
area 3	su staffa particolare + carrello	8700.02879		3000	1500	1300		89.59	pallet unico
area 3	su staffa particolare + carrello	8700.02884		3000	1500	1300		89.59	
area 3	su staffa particolare + carrello	8700.02881		3000	1500	1300		89.59	
area 3	su staffa particolare + carrello	8700.02882		3000	1500	1300		89.59	
area 3	su carrello + pallet ferro	8705.00978		3000	1100	600	650	89.59	pallet unico
area 3	su carrello + pallet ferro	8700.02699		3000	1100	600	650	89.59	
area 3	su carrello + pallet ferro	8700.02796		3000	1100	600	650	89.59	
area 3	pallet ferro + supporti in legno	8700.02786		3000	1150	700	347	89.59	pallet unico
area 3	pallet ferro + supporti in legno	8700.02883		3000	1150	700	347	89.59	
area 3	pallet ferro + supporti in legno	8700.02930		3000	1150	700	347	89.59	
area 3	pallet ferro + supporti in legno	8700.02784		3000	1150	700	347	89.59	
area 3	pallet ferro + supporti in legno	8700.02798		3000	1150	700	347	89.59	
area 3	pallet ferro + supporti in legno	8700.02929		3000	1150	700	347	89.59	
area 3	su staffa più carrello	8700.03101		3000	1300	700	300	89.59	
area 3	su staffa più carrello	8700.03177		3000	1300	700	300	89.59	pallet unico
area 3	su staffa più carrello	8700.03102		3000	1300	700	300	89.59	
area 3	su staffa più carrello	8700.03103		3000	1300	700	300	89.59	
area 3	su staffa più carrello	8700.03104		3000	1300	700	300	89.59	
area 3	pallet ferro + supporti in legno	8700.01621		3000	950	1100		89.59	
area 3	su supporto legno	8700.02988		3000	1200	700	316	89.59	pallet unico
area 3	su supporto legno	8700.02793		3000	1200	700	316	89.59	

Tabella 4.11 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere del robot 89.59

<u>Old code</u>	<u>New code</u>	<u>Descrizione Componente</u>	<u>UTILIZZO FAMIGLIA</u>	<u>UTILIZZO GLOBALE</u>
8700.02825		TRAVE SUPERIORE FIANCO SX		61%
8700.02885		STGR TRAVE SUPERIORE - SALDATURA		
	8SD00112	??		
	8SD00058	MASCHERA PER SALDATURA postbattitore gen2	100%	18%
8700.03089		SALDATURA STGR LONGHERONE SX	100%	82%
8700.03088		SALDATURA STGR LONGHERONE DX	100%	82%
	8SD00082	SPINA MONTAGGIO CONTROBATTITORE/CONCAVE	100%	18%
	8SD00104	ATTR SALDATURA CONTROBATTITORE GEN2	100%	18%
	8SD00086	GRIGLIE MCS ASM	32%	6%
8705.00944		COMPLESS.POSTBATTITORE	53%	43%
8700.01488		RULLO POSTBATTITORE	47%	38%
8700.02879		TELAIO MOTORE SISU 74/84 - SALDATURA		203%
8700.02884		STAFFA ANT. /POST.DX MOTORE 8.4		20%
8700.02881		STAFFA ANT.SX MOTORE SISU 8.4		61%
8700.02882		STAFFA POST.SX MOTORE SISU 8.4		61%
8705.00978		TELAIO CONTROBATT.MAIS 6 SC		
8700.02699		TELAIO CONTROBATTITORE - SALDATURA	82%	68%
8700.02796		STGR TELAIO CONTROBATTITORE - SALDATURA	82%	68%
8700.02786		TELAIO MOTORE NEF - SALDATURA		18%
8700.02883		STAFFA ANT. /POST.DX MOTORE 7.4		57%
8700.02930		STAFFA ANT.SX MOTORE SISU 7.4		19%
8700.02784		STAFFA ANT.CENTR. SUPP.MOTORE		2%
8700.02798		STAFFA ANT.SX SUPP.MOTORE NEF/STAFFA POST.SX SUPP.MOTORE NEF		2%
8700.02929		STAFFA POST.SX MOTORE SISU 7.4		19%
8700.03101		ENGINE SUPPORT WA F	100%	18%
8700.03177		ENGINE SUPPORT WA F/ENGINE SUPPORT WA RR/ENGINE FRAME	500%	90%
8700.03102		ENGINE SUPPORT WA F	100%	18%
8700.03103		ENGINE SUPPORT WA RR	100%	18%
8700.03104		ENGINE SUPPORT WA RR	100%	18%
8700.01621		ROTOR CASE STRAW CHOPPER 5SW/ROTOR CASE CHOPPER 6SW		79%
8700.02988		BACK RIGHT BRACKET/FRONT RIGHT BRACKET		6%
8700.02793		ENGINE FRAME M180		3%

Tabella 4.12 Tabella contenente i dati raccolti per le maschere del robot 89.59

CAPITOLO 5

Analisi economica

5.1 Procedura seguita per l'analisi economica

Nel seguente capitolo si vuole esporre la procedura per l'analisi economica svolta, per aver un budget e, di conseguenza, scegliere il magazzino che con la sua installazione consenta un risparmio per ritornare sull'investimento in tempi non eccessivi.

Si è partiti dall'analizzare robot per robot diversi cambi maschera con un'analisi "SMED" semplificata: si è cominciato con il registrare le azioni degli operatori nel cambio di un utensile e i rispettivi tempi necessari per compierle, tempi che sono stati usati per il calcolo dei costi per un singolo cambio. Nell'analisi SMED non è stata condotta la divisione del tempo in IED (Inside Exchange of Die) e OED (Outside Exchange of Die) e i successivi passaggi di eliminazione dei tempi non necessari, in quanto l'analisi è stata sfruttata per il budgeting per l'installazione dei magazzini e lo scopo del lavoro è quello di ridurre i tempi di set-up, e di conseguenza i soldi necessari ad ogni cambio, attraverso l'uso di magazzini adatti. Attraverso l'analisi si sono anche evidenziate le azioni più dispendiose in termini di tempo, in modo da poter ridurre il tempo necessario al loro svolgimento attraverso appunto il magazzino più adatto.

Ottenuti i costi necessari al set-up di un cambio maschera per ogni robot, si è provveduto a campionare i cambi maschera in un mese che si sono poi estesi ad un anno lavorativo. L'operazione successiva è stata quella di moltiplicare il costo di un set-up per i set-up effettuati in un anno e si è così ottenuto il costo dei set-up in un anno di produzione.

$$C_{set-up} = n_{set-up} * C_{1 set-up} \left[\frac{set-up}{anno} \right] * \left[\frac{euro}{set-up} \right] = \left[\frac{euro}{anno} \right]$$

Infine si è provveduto, nei tempi e nelle azioni rilevate, a stabilire quali di questi fossero eliminabili attraverso l'installazione di un magazzino automatico, e quali fossero eliminabili attraverso l'installazione di un magazzino manuale in modo da avere i due diversi budget per l'acquisto di una tipologia di magazzino o dell'altra e stabilire quale fosse più adatto.

5.2 Esempio di cambio maschera

Si descrive ora mediante la tabella 5.1, usata per la rilevazione delle azioni e dei tempi in azienda, un tipico cambio maschera effettuato sul robot. Vi sono alcune maschere che hanno dei modi particolari di essere cambiate come ad esempio quelle del sistema FMS o alcune di altri robot, ma se si dovesse descrivere una procedura “media” sarebbe quella esposta di seguito.

Il cambio maschera viene effettuato con due operatori: il primo, denominato nel seguito “mulettista”, è colui che è dotato di carrello elevatore e va a prendere e portare le maschere da usare e ripone quelle usate, l’altro invece è l’operatore che monta i pezzi in maschera e che lavora sul robot di saldatura, denominato con “operatore”.

DUE MASCHERE - operatore + mulettista	(min)	(min)	(min)
<u>Azione</u>	<u>t inizio</u>	<u>t fine</u>	<u>durata</u>
Mulettista prende il bancale della maschera 1 old	00:00	02:32	02:32
Mulettista prende il bancale della maschera 2 old	02:32	05:00	02:28
Smontaggio da parte dell'operatore e carico su carroponte da parte del mulettista della maschera 1 old	05:00	11:55	06:55
Carico maschera 1 old su pallet (mulettista) e pulizia robot (operatore)	11:55	14:45	02:50
Spostamento maschera new 1 su robot (+ mulettista porta via maschera 1 old	14:45	19:10	04:25
Aggancio maschera 1 new su robot + mulettista prende maschera 2 new	19:10	21:15	02:05
Rotazione robot per consentire cambio maschera 2	21:15	22:44	01:29
Smontaggio maschera 2 old e spostamento su bancale + mulettista aspetta	22:44	27:15	04:31
Pulizia Robot e aggancio maschera 2 new a carroponte + operatore 2 porta via maschera 2 old	27:15	29:15	02:00
Carico maschera new su robot e fissaggio + operatore 2 porta via maschera old 2	29:15	35:00	05:45
Rimettere a posto contenitore maschera new 2 da parte del mulettista	35:00	37:00	02:00
	tot.	37:00	37:00

Tabella 5.1 Analisi delle operazioni effettuate durante il cambio di due maschere sul robot 89.56 il 26/4/2017

Il cambio di una maschera comincia con la chiamata dell’operatore al mulettista. Successivamente il mulettista si attiva per recuperare i contenitori delle maschere da portare via con due viaggi uno successivo all’altro, da notare che questa cosa in termini di tempo è molto dispendiosa in quanto non tutte le maschere sono stoccate vicine al robot. Una volta recuperati i contenitori delle maschere l’operatore smonta la maschera

da cambiare il mulettista nel frattempo la aggancia al carroponte e una volta smontata dai supporti la mette nel contenitore apposito. Il mulettista successivamente porta via il bancale contenente la maschera appena smontata. Nel frattempo l'operatore dopo aver pulito i supporti sul robot per l'attrezzatura, aggancia la maschera sul carroponte mediante i golfari e la trasporta sopra il supporto per provvedere a fissarla mediante bulloni. Il mulettista depositata la maschera appena cambiata si reca a prendere la seconda nuova maschera da montare in macchina e la porta in postazione, ove l'operatore finito di montare la maschera gira il robot (esso ha due postazioni di lavoro) per consentire la rimozione della seconda maschera. La seconda maschera viene smontata, caricata sul carroponte e trasportata sul rispettivo pallet. Terminata questa operazione il mulettista porta via la maschera appena tolta e l'operatore pulisce i supporti per montare poi la seconda maschera. Infine il mulettista termina il cambio maschera riportando il contenitore della seconda maschera nuovo nel proprio posto.

Le criticità che si evidenziano nel processo di cambio maschera sono:

- Il mulettista perde un sacco di tempo a recuperare le maschere in quanto lontane dal luogo del cambio e non identificabili subito
- Il mulettista perde del tempo fermo ad aspettare che l'operatore smonti la maschera
- I contenitori delle maschere essendo diversi non possono essere utilizzati per le maschere smontate, oltre a ciò non vi è nemmeno un contenitore vuoto per le maschere vicino al robot ed il mulettista perde diverso tempo anche per recuperare i contenitori

Vi sono anche altre criticità, tra cui la sicurezza dell'operatore che sosta costantemente con molti kg sospesi sopra di esso, ma esse sono risolvibili mediante l'installazione di un impianto automatico di set-up, cosa attualmente irrealizzabile per mancanza di fondi e di visione a lungo termine.

Questo tipo di analisi è stata svolta per ogni robot e per più cambi maschera. Nella tabella 5.2 sono mostrati i tempi medi ottenuti dai tempi raccolti sui diversi cambi delle attrezzature. Oltre a ciò nella tabella vi è la percentuale sul tempo totale del cambio maschera, che il mulettista compie in spostamenti a recuperare le maschere, esso servirà nella successiva analisi economica per stabilire qual è la miglior tipologia di magazzino, ovvero quello che consente un ritorno sull'investimento in un tempo adeguato.

<u>Robot</u>	<u>min</u>	<u>% tempo in spostamenti</u>
89.51	00:37:00	62,51
89.52	00:36:00	74,63
89.56	00:20:00	38,16
89.59	00:20:00	56,36
FMS	03:00:00	
% media di tempo in spostamenti sui robot		57,91

Tabella 5.2 Tabella contenente la percentuale in spostamenti del mulettista sul tempo medio di cambio maschera

5.3 Stima del costo di set-up

Raccolti i dati sul tempo di set-up di un cambio maschera non resta altro che raccogliere i dati sul numero di set-up durante un mese, estenderli poi ad un anno (moltiplicando per 11 mesi lavorativi). Il mese su cui si sono raccolti i numeri di set-up è il mese di aprile 2017. Nelle tabelle 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6 sono riportati i cambi maschere per le quattro settimane di aprile.

	giorni	03- apr	04- apr	05- apr	06- apr	07- apr	tot. settiman a	Tempo per i cambi
	89.51	1		2			3	01:51:00
robot	89.52						0	00:00:00
	89.56		2				2	00:40:00
	89.59		2				2	00:40:00
	FMS		1			1	2	06:00:00

Tabella 5.3 Cambi maschera effettuati dal 3 al 7 aprile 2017

	giorni	10- apr	11- apr	12- apr	13- apr	14- apr	tot. settimana	Tempo per i cambi
	89.51	1		2		2	5	03:05:00
robot	89.52						0	00:00:00
	89.56	2		2			4	01:20:00
	89.59	2	1			2	5	01:40:00
	FMS		1		1		2	06:00:00

Tabella 5.4 Cambi maschera effettuati dal 10 al 14 aprile 2017

	giorni	18- apr	19- apr	20- apr	21- apr	tot. settimana	Tempo per i cambi
	89.51	2				2	01:14:00
robot	89.52		1			1	00:36:00
	89.56	2				2	00:40:00
	89.59			2	1	3	01:00:00
	FMS					0	00:00:00

Tabella 5.5 Cambi maschera effettuati dal 18 al 21 aprile 2017

	giorni	24- apr	26- apr	27- apr	28- apr	tot. settimana	Tempo per i cambi
	89.51		2		2	4	02:28:00
robot	89.52					0	00:00:00
	89.56	2	2		3	7	02:20:00
	89.59		2			2	00:40:00
	FMS			1	1	2	06:00:00

Tabella 5.6 Cambi maschera effettuati dal 24 al 28 aprile 2017

Il costo del set-up è stato calcolato tenendo conto che il nuovo magazzino influisce principalmente solo sul costo del mulettista, di conseguenza nel calcolo è stato tenuto conto solo del costo orario del mulettista che è di 40 euro/ora. Nella successiva tabella 5.7 vengono esposti gli euro a settimana per robot per il cambio maschera.

	h decimali (settimana 1)	euro/setti mana 1	h decimali (settimana 2)	euro/setti mana 2	h decimali (settimana 3)	euro/setti mana 3	h decimali (settimana 4)	euro/setti mana 4
89.51	1,85	74	3,08	123,3	1,23	49,33	2,47	98,67
89.52	0,00	0	0,00	0	0,6	24	0	0
89.56	0,67	26,67	1,33	53,33	0,67	26,67	2,33	93,33
89.59	0,67	26,67	1,67	66,67	1	40	0,67	26,67
FMS	6,00	240	6,00	240	0	0	6	240
tot.	9,18	367,3	12,08	483,3	3,5	140	11,47	458,67

Tabella 5.7 Costo set-up per ogni settimana rilevata

Di conseguenza ne risulta un costo annuale pari a quello riportato in tabella 5.8. Oltre a ciò in tabella è riportato quale sarebbe il risparmio annuale previsto con una

soluzione di magazzino manuale o di magazzino automatico. Se il magazzino fosse automatico si risparmierebbe tutto il tempo del mulettista nel cambio della maschera e quindi l'intero tempo rilevato in quanto il mulettista non servirebbe più, mentre se il magazzino fosse manuale e vicino ai robot, si risparmia il tempo di viaggio del mulettista che non deve più recarsi in diversi posti lontani ma in uno vicino al robot e questo corrisponde come precisato in precedenza a circa il 60 % del tempo totale di cambio maschera.

Robot vs € cambi maschera	€/mese	€/anno	Soluzione senza muletto risparmiati annualmente [€/anno]	Soluzione maschere vicine con muletto risparmiati annualmente [€/anno]
89.51	345,33	3798,7	3799	2279
89.52	24	264	264	158,4
89.56	200	2200	2200	1320
89.59	160	1760	1760	1056
FMS	720	7920	7920	4752
Totale	1449,3	15943	15943	9566

Tabella 5.8 Costo per i set-up in un anno e risparmio annuale per soluzione con magazzino automatico e manuale

Come si vede dalle ultime due colonne della tabella, il risparmio annuale installando un magazzino automatico non consente di ripagare il costo del magazzino in breve tempo di conseguenza la soluzione più economica è anche quella più adatta in questo caso, ovvero quello di installare dei magazzini manuali vicini ai robot in modo da agevolare l'operatore sul carrello elevatore nel suo compito. Comunque l'investimento per delle scaffalature non verrebbe ripagato in un anno, ma sicuramente in almeno due. Non si è tenuto conto però delle eventuali scaffalature recuperabili dall'inutilizzo in azienda.

CAPITOLO 6

Nuovo layout e proposte di magazzino per i robot

6.1 Nuovo layout aziendale

Il nuovo layout aziendale, come detto in precedenza è stato pensato per rendere i flussi più lineari e omogenei all'interno dello stabilimento. In figura 6.1 vediamo una mappa CAD del nuovo layout.

I più grossi spostamenti effettuati sono essenzialmente tre:

1. I due laser sono stati spostati dove una volta c'era il magazzino per le maschere dell'FMS, oltre a questi due laser ne è stato comprato un altro marchiato Trumpf e posizionato nella stessa zona degli altri due
2. Le pressopiegatrici e la pannellatrice sono state spostate nella zona dove prima c'erano i robot 89.56 e 89.59
3. I robot 89.56 e 89.59 sono stati spostati nella zona ove prima stavano la pannellatrice e le pressopiegatrici più datate.

Di conseguenza i robot di saldatura che sono stati spostati in una zona diversa sono solamente l'89.56 e l'89.59 oltre a questo si può notare anche una riduzione degli spazi per lo stoccaggio delle maschere di saldatura, ovvero sono state completamente eliminati gli spazi per le maschere dei robot 89.59 e 89.56 in quanto spostati, ovvero sono state eliminate le zone di stoccaggio area 2, area 4, area 3 e parete nord. Oltre a ciò lo spazio dove erano stoccate le maschere dell'FMS, corrispondente all'area 1, è stato notevolmente ridotto conseguentemente allo spostamento dei vecchi laser e all'installazione del nuovo.

Da notare inoltre che di fronte alla nuova allocazione dei robot 89.56 e 89.59 vi è un'area libera che può essere utilizzata per il deposito di alcune maschere, mentre l'area opposta a questa appena descritta, ovvero la superficie dietro i robot sarà utilizzata per allestire altri box di saldatura per il nuovo prototipo di mietitrebbia che verrà lanciato sul mercato dalla stagione 2018/19.



Figura 6.1 Nuovo layout aziendale (settembre 2017)

6.2 Proposte di magazzini per le maschere di saldatura

Come già visto nel capitolo precedente, dopo l'analisi economica svolta per poter ritornare sull'investimento conviene installare un magazzino manuale vicino ad ogni robot di saldatura. I dati di input per il dimensionamento, estratti dalla raccolta dati esposta nel capitolo quattro, sono quelli riportati in tabella 6.1, le dimensioni lunghezza massima, profondità massima e altezza massima corrispondono ai parametri a, b e c riportati nelle tabelle del capitolo quattro.

Robot	N° attrezzature	Lunghezza max	Profondità max	Altezza max
89.51	14	2700 mm	1400 mm	1500 mm
89.52	8	2600 mm	2300 mm	1600 mm
89.56	14	3000 mm	1200 mm	1100 mm
89.59	13	3000 mm	1300 mm	1300 mm
FMS	30	2400 mm	2800 mm	1600 mm

Tabella 6.1 Dati di input per il dimensionamento dei magazzini

Proposta per i robot 89.56 e 89.59

La proposta per i robot 89.56 e 89.59 è di mettere le maschere assieme in un cantilever allocato nello spazio libero di fronte ai robot. Il cantilever è già presente in azienda, di conseguenza questa proposta ha un costo nullo (i costi di installazione vanno a sommarsi a quelli per lo sposamento dei robot).

Le attrezzature in totale sono 27 ma 4 sono sempre montate sui robot di conseguenza le postazioni minime del magazzino devono essere 23.

Le maschere vengono stoccate mediante un supporto che ha le stesse dimensioni per tutte le attrezzature in modo da avere intercambiabilità dei supporti e non avere perdite di tempo da parte del mulettista. Il magazzino è costituito da otto colonne e tre righe le dimensioni di ogni singola postazione è di 3100mm in lunghezza e di 1600 mm in altezza con una profondità di almeno 1400 mm. Il risultato è un ingombro del magazzino pari a 25 m in lunghezza, 1.5 m in larghezza e 5 m in altezza. L'area occupata è pari a 37.5 m². Ogni supporto deve contenere un contenitore per consentire di inserire un foglio con scritto il codice della maschera in modo da consentire al carrellista il facile riconoscimento delle attrezzature. In figura 6.2 è mostrato lo schema

della disposizione delle maschere in base alla frequenza di utilizzo e alle maschere che solitamente vanno in abbinamento sui robot.

8SD00117	8SD00116	8SD00115	8700.02742	8700.02988	8SD00086	8700.02940	
8700.02825	8700.02883	8705.00944	8SD00082	8SD00058	8SD00112	8SD00097	8SD00096
8700.03089	8700.02630	8700.01621	8700.02699	8705.01259	8705.01023	8700.02746	8700.02743

8700.03177	in macchina
8700.02879	in macchina
8700.03064	in macchina
8700.02630	in macchina

Figura 6.2 Schema contenente la disposizione delle maschere dei robot 89.56 e 89.59 nelle postazioni dei cantilever

Proposta per i robot 89.51 e 89.52

Per i robot 89.51 e 89.52 la proposta è quella di stoccare le maschere a terra nello spazio adiacente ai robot, in modo da essere raggiungibili dalle gru a bandiera presenti nelle postazioni degli operatori. Questa scelta ha senso in quanto le maschere da stoccare non sono in quantità elevata, infatti per il robot 89.52 le maschere sono 8, ma 3 vengono installate nel robot, di conseguenza le maschere da stoccare a terra sono 5. Mentre per il robot 89.51 le maschere sono 14, due montate nel robot, di conseguenza ne restano 12 da stoccare a terra che è un numero abbastanza elevato e verrebbe a occupare un'area non indifferente: la soluzione è quella di stoccare le cinque più usate nei pressi del robot mentre le altre 7, meno usate, si possono stoccare nel supermarket in modo che essendo a bassa rotazione consentano un risparmio sul tempo di set-up del robot.

Di conseguenza le aree occupate per lo stoccaggio delle due maschere per i robot 89.51 e 89.52 sono rispettivamente circa 150 m² e di 95 m². Anche in questo caso le risorse investite per la creazione di questo magazzino "a terra" sono nulle.

Proposta per i robot dell'FMS

Per quanto riguarda le maschere del robot dell'FMS ci sono delle premesse da fare prima di esporre la proposta:

- Come si è notato dall'analisi economica il cambio maschere di questo sistema è il più lungo da fare e quindi il più dispendioso in termini di risorse. Oltre a ciò esso deve essere obbligatoriamente fatto in due persone, quindi coinvolge sempre l'operatore addetto al traslo-elevatore e l'operatore addetto al

montaggio dei pezzi in maschera. Infatti il sistema di cambiare le maschere è molto particolare: la maschera esce dall’FMS montata sul suo pallet (il pallet è necessario in quanto permette al manipolatore di girare la maschera durante la lavorazione); a questo punto il mulettista chiama l’operatore assieme caricano il sistema maschera + pallet sulla gru a bandiera la depositano a terra fino in un certo punto (perché la gru a bandiera ha una lunghezza limitata), successivamente l’operatore con il traslo-elevatore trascina la maschera con le forche del mezzo fino al punto in cui dovrebbe essere stoccata, o vicino a esso perché magari davanti vi sono altre maschere. Successivamente ripete l’operazione per la nuova maschera da inserire nel sistema, ma nel fare questo deve anche spostare le maschere che sono davanti a essa (perché l’area è accessibile soltanto da un lato) e poi deve anche rimetterle a posto. Dopo aver trascinato la maschera già montata sul pallet, gli operatori la riagganciano alla gru a bandiera, la depositano nella postazione di inserimento della maschera nel sistema FMS vi montano le trasformazioni che devono essere montate e infine il cambio maschera termina qui. Come mai la maschera + il pallet devono essere trascinati con le forche del carrello elevatore? In quanto l’ingombro e il peso della maschera e del pallet non permettono altre soluzioni, oltre a questo c’è da dire che l’unico mezzo per muovere le maschere è una gru a bandiera che ha un raggio d’azione limitato.

- All’interno del sistema ci sono già delle postazioni di stoccaggio delle maschere esse sono 15, infatti all’interno del sistema vi sono stoccate 18 maschere (le altre 3 postazioni sono quelle di lavorazione), di conseguenza all’esterno le maschere sono 12.
- Essendo le maschere dell’FMS quelle più pesanti, esse sono anche le più pericolose se alzate da terra.
- Le risorse risparmiate nei magazzini degli altri robot si possono utilizzare per creare un magazzino più efficiente per il sistema FMS.

Viste le premesse la mia proposta per l’FMS è quella di raddoppiare le postazioni di stoccaggio al suo interno e adeguare quindi l’automazione, questo richiede:

- Un pantografo che permetta alla navetta di alzarsi oltre che a traslare lungo la rotaia.

- La revisione dei programmi della navetta e dei rulli motorizzati sulle postazioni di stoccaggio.
- Sensori di traslazione su un secondo livello, più alto di quello a terra.
- Delle scaffalature e dei rulli posizionati esattamente sopra quelli già esistenti.
- Creare i pallet mancanti (infatti non vi sono tutti i pallet per tutte le maschere).

Questo richiederebbe una spesa non indifferente (più di 80000 €) ma il risparmio in un anno è di 16000 €/anno per il sistema FMS, in quanto l'operatore con il traslo-elevatore non viene più chiamato in causa, sommando anche altri 4000 €/anno di risparmio sugli altri robot e il risparmio in termini di area pari a 63 m² che moltiplicati per il costo annuo a m² di 8 €/anno m², consentirebbe di ritornare sull'investimento in 4 anni, tempi ragionevoli considerando anche che i volumi produttivi previsti per i prossimi anni sono notevolmente in aumento, quindi un risparmio sui tempi di set-up delle maschere di saldatura è ancora più doveroso.

CONCLUSIONI

Lo scopo dell'elaborato era quello di studiare e progettare un magazzino per le maschere di saldatura nell'azienda in cui ho svolto lo stage, la Agco corp nello stabilimento produttivo di Breganze (VI) in ottica di re-layout della parte manufacturing dell'azienda. Dopo aver svolto un lavoro di classificazione di tutte le attrezzature di saldatura per i robot, ho svolto un'analisi economica sul cambio maschera in modo da avere un "budget" per scegliere il magazzino più adeguato, ovvero quello che tornava sull'investimento in un tempo industrialmente breve.

Dopo l'analisi si è visto come dati i non molti cambi maschera mensili, la tipologia di magazzino più conveniente fosse quello manuale ovvero cantilever o con scaffalature vicino però al rispettivo robot, quindi ogni manipolatore dovrebbe avere un magazzino con le proprie maschere vicine, in modo da consentire al carrellista che esegue il cambio maschera di non doversi recare lontano e così influire negativamente sui costi di set-up.

Le proposte per i magazzini dei cinque robot sono dunque le seguenti:

1. Per due robot che lavorano vicini e hanno le maschere di dimensioni simili, creare un magazzino cantilever di fronte ai robot sfruttando un cantilever già presente in azienda.
2. Per altri due robot allocare le poche maschere che hanno, a terra vicino agli stessi in modo da favorire un set-up più veloce
3. Per il sistema FMS, il più dispendioso in termini di tempo set-up, raddoppiare il magazzino interno al sistema e rendendo completamente automatico il cambio maschera nei robot del sistema.

Come si è visto l'investimento si dovrebbe fare soltanto per migliorare il sistema FMS in quanto negli altri due casi il costo è nullo o quasi sfruttando le scaffalature aziendali già presenti. C'è da dire che la scelta di investire sul miglioramento del magazzino per il sistema FMS è abbastanza onerosa in quanto l'investimento si ripagherebbe in quattro anni. In prospettiva futura con l'aumento delle mietitrebbie prodotte annualmente però potrebbe ripagare prima e consentire più pezzi saldati al giorno rispetto a quelli odierni. Oltre a ciò c'è da aggiungere una riduzione i termini di area occupata da magazzini per le maschere di saldatura pari a 63 m².

BIBLIOGRAFIA

[1] <http://www.laverdaworld.com/it>

[2] <http://www.fendt.it/>

[3] <http://www.ecommerceelogistica.it>

[4] Pareschi A., Ferretti E., Persona A., Regattieri A., “Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell’industria e del terziario”, società editrice Esculapio, 2011, capitolo 9, pp. 215-227 235-241

[5] Direzione Logistics Systems Ungheinrich, “I magazzini automatici”, opuscolo informativo, 2015, pp. 4-28

[6] https://it.wikipedia.org/wiki/Flexible_manufacturing_system