

ALMA MATER STUDIORUM · UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica
Classe LM-33

**ANALISI DI FATTIBILITÀ PER
L'OTTIMIZZAZIONE DELLA
PRODUZIONE DI GIMCO - BUCCI
INDUSTRIES TAIWAN**

Tesi di Laurea in Impianti Meccanici e Logistica

Relatore:
Chiar.mo Prof.
Alberto Regattieri

Correlatore:
Chiar.mo Prof.
Emilio Ferrari

Presentata da:
Giulio Donati

**Sessione II
Anno Accademico 2017/2018**

a Michela e Simone ...

Introduzione

L'obiettivo di questo elaborato consiste nella stesura di un'analisi di fattibilità per l'ottimizzazione della produzione e della logistica interna dello stabilimento Gimco, sede produttiva del gruppo Bucci Industries situata a Taiwan. In stretta collaborazione con la sede centrale IEMCA, dove ho svolto la prima parte del tirocinio per tesi, Gimco progetta, assembla e distribuisce diverse tipologie di caricatori automatici per barre da tornio. La sfida più complessa tra quelle affrontate nella stesura del progetto si è rivelata la distanza sia fisica che culturale con lo stabilimento e con i suoi responsabili; aspetto da tenere in considerazione nello svolgimento dello studio preliminare redatto in Italia, ma anche durante la trasferta a Taiwan, che prevedeva la validazione o la modifica della precedente stesura, oltre che la presentazione dei risultati in un meeting conclusivo con i responsabili dei diversi dipartimenti dello stabilimento taiwanese.

Il caso di studio appena citato sarà approfondito nei Capitoli 2 e 3, mentre nel Capitolo 1 saranno rapidamente definiti alcuni concetti, criteri generali e metodi qualitativi utili alla progettazione e gestione di sistemi logistici integrati e flessibili (ad esempio: definizione della funzione logistica, definizione di impianto industriale, progettazione di una linea flessibile di assemblaggio FAS, criteri per la progettazione del layout di impianti industriali, gestione a scorta dei materiali con modello del lotto economico EOQ). Tali concetti teorici sono serviti da supporto alla definizione delle linee guida per la stesura del progetto ma, come era prevedibile, la realtà presa in esame ha portato con sé una serie di vincoli non trascurabili, sia di tipo tecnico che di tipo

economico, che saranno ampiamente trattati all'inizio del Capitolo 2.

A completare questa breve introduzione è bene precisare che le proposte di modifiche all'attuale layout di Gimco e al management di approvvigionamento, produzione e stoccaggio potrebbero non essere applicate nei mesi immediatamente successivi alla presentazione del progetto, quindi oltre a risposte a problemi specifici inerenti le attuali condizioni dello stabilimento ci si propone di lasciare ai responsabili di Gimco criteri e metodi generali per il buon svolgimento delle suddette attività, al fine di rendere questa analisi di fattibilità efficace nel tempo qualora le condizioni interne ed esterne lo stabilimento cambiassero (as esempio: mix produttivo, andamento della domanda, rapporti con i fornitori, processi produttivi...).

Indice

Introduzione	i
1 Generalità e metodi di progettazione per sistemi logistici	1
1.1 Definizioni di funzione logistica e di impianto industriale . . .	3
1.1.1 Definizione della funzione logistica	3
1.1.2 Definizione di impianto industriale	4
1.2 Progettazione del layout di impianti industriali: approccio integrato Logistic and Relayout Problem (LRP)	5
1.2.1 Metodo del rapporto pesato	10
1.2.2 Metodo del valore massimo totale	10
1.2.3 Metodo del valore massimo puntuale	11
1.3 Progettazione di una linea flessibile di assemblaggio (FAS) . .	12
1.3.1 Generalità	12
1.3.2 Elementi costitutivi di una linea flessibile di assemblag- gio (FAS)	14
1.3.3 Passi per la progettazione di una linea flessibile di as- semblaggio (FAS)	20
1.4 Gestione a scorta dei materiali e modello del lotto economico (EOQ)	25
1.4.1 Il modello a livello di riordino fisso e il lotto economico	25
2 Caso di studio: analisi di fattibilità per l'ottimizzazione della produzione di Gimco	31
2.1 L'azienda	32

2.2	Analisi della situazione di partenza	34
2.2.1	Mix produttivo	35
2.2.2	Layout attuale	39
2.2.3	Criticità	39
2.3	Obiettivi e vincoli	41
2.3.1	Obiettivi	41
2.3.2	Vincoli	41
2.4	Ricerca delle possibili soluzioni	42
2.4.1	Soluzione 1	44
2.4.2	Soluzione 2	47
2.4.3	Soluzione 3	51
2.4.4	Soluzione 4	54
2.5	Approfondimento della soluzione	58
2.5.1	Superamento del conflitto tra input ed output	59
2.5.2	Analisi del flusso di componenti e semilavorati e gestione delle aree di stoccaggio	60
2.5.3	Stazioni di assemblaggio e trolley per la movimentazione dei caricatori	63
2.5.4	Dimensionamento delle risorse necessarie	70
3	Analisi sul campo e validazione del progetto	75
3.1	Modifiche al layout	75
3.2	Rapporto con i fornitori ed implementazione della tecnica di gestione Just in Time - JIT	80
	Conclusioni	89
	A Codici considerati nello studio	97
	Bibliografia	121

Elenco delle figure

1.1	Esigenze del mercato e caratteristiche della fabbrica moderna [2]	2
1.2	Schema generale della catena logistica [2]	3
1.3	Diagramma P-Q [2]	5
1.4	Esempio di layout per prodotto o in linea [2]	6
1.5	Esempio di layout per processo o per reparti [2]	7
1.6	Procedura del progetto sistematico del layout generale di un impianto industriale [2]	8
1.7	Esempio di scomposizione in gruppi costruttivi [2]	12
1.8	Linee di assemblaggio a configurazione rettilinea [2]	13
1.9	Vibroalimentatore orbitale [2]	17
1.10	Struttura di una stazione di alimentazione dei pezzi [2]	17
1.11	Aree di movimento per l'operatore [2]	18
1.12	Bilanciamento di una linea: curve dei costi	22
1.13	Modello del lotto economico EOQ [2]	27
2.1	IEMCA [6]	32
2.2	Modello A, il primo caricatore automatico [6]	33
2.3	IEMCA nel mondo [6]	33
2.4	Layout attuale dello stabilimento Gimco	34
2.5	Ordini evasi 2017 e budget 2018 per modello	35
2.6	Ordini evasi 2017 e budget 2018 per famiglia	35
2.7	Modello Boss	36

2.8	Modello Ideal	37
2.9	Modello Advantage	38
2.10	Modello Super	38
2.11	Modello Steady	39
2.12	Analisi delle aree di stoccaggio	40
2.13	Tabella dei rapporti	43
2.14	Legenda rapporti di vicinanza e flussi associati	43
2.15	Layout previsto dalla soluzione 1	44
2.16	Analisi delle aree	46
2.17	Confronto tra le aree di partenza e quelle della soluzione 1	46
2.18	Layout previsto dalla soluzione 2	48
2.19	Analisi delle aree	49
2.20	Confronto tra le aree di partenza e quelle della soluzione 2	50
2.21	Layout previsto dalla soluzione 3	51
2.22	Analisi delle aree	53
2.23	Confronto tra le aree di partenza e quelle della soluzione 3	53
2.24	Layout previsto dalla soluzione 4	55
2.25	Analisi delle aree	57
2.26	Confronto tra le aree di partenza e della soluzione 4	57
2.27	Input/Output area	59
2.28	Fabbisogno annuo di componenti per linea	60
2.29	Confronto tra il fabbisogno di componenti di AL1 e AL2	61
2.30	Fixed position assembly layout	64
2.31	Ore necessarie al montaggio dei diversi modelli	64
2.32	Flow assembly layout	66
2.33	Sequenza delle stazioni di assemblaggio	67
2.34	Bilanciamento del carico di lavoro sulle stazioni di assemblaggio della linea Boss di IEMCA	67
2.35	Annual hour needed for assembly	70
2.36	Trolleys	73
3.1	Layout della soluzione finale	76

3.2	Layout della soluzione finale con focus sulla disposizione dei caricatori sulle linee di assemblaggio in configurazione di fixed position assembly	77
3.3	Differenze nei flussi fisico ed informativo tra push production e pull production [5]	81
3.4	Passaggi per l'introduzione del JIT nel sistema produttivo [5] .	83
3.5	<i>Group area</i> nella posizione di partenza	93
3.6	Superficie libera destinata alla duplicazione di AL1 nella configurazione "ad U"	94
3.7	Superficie libera destinata alla nuova <i>group area</i>	94
3.8	Nuova <i>group area</i> in funzione	95

Capitolo 1

Generalità e metodi di progettazione per sistemi logistici

“The era that we are living is the era of incredibly rapid globalization and the organizations that will survive will be those that have leaders. Who are open to new perspectives but are not afraid of change”.

Dalle parole di Sergio Marchionne, ex amministratore delegato di FCA e Ferrari S.p.A. deceduto il 25 luglio scorso, emerge chiaramente come l’attitudine al rinnovamento e la capacità di adattamento risultino essere caratteristiche di fondamentale importanza per le aziende che vogliono affermarsi nel mercato odierno, nel quale la produzione “di massa” è ormai stata soppiantata da una produzione “orientata al cliente”. L’attuale consumatore di beni e servizi richiede infatti un elevato grado di personalizzazione, alta qualità ma anche rapidità di rinnovo dei prodotti e quindi ridotto Time To Market. A questo moderno paradigma di *produttività* consegue un’immediata necessità di avere sistemi produttivi *flessibili* ed *elastici* [3].

Elasticità e flessibilità si configurano come principali ingredienti atti a rispondere in modo efficace alla variabilità del mercato odierno in quanto:

- l'elasticità del sistema produttivo è in grado di far fronte alle variazioni quantitative del mercato, ovvero consente di variare la propria capacità produttiva;
- la flessibilità del processo produttivo risponde a variazioni qualitative del mercato, ovvero consente di modificare il proprio mix produttivo innovando il processo al fine di innovare il prodotto [2].

Naturali conseguenze di questo nuovo approccio risulteranno essere:

- diminuzione del ciclo di vita dei beni prodotti
- lotti di dimensioni ridotte
- miglior servizio ai clienti.

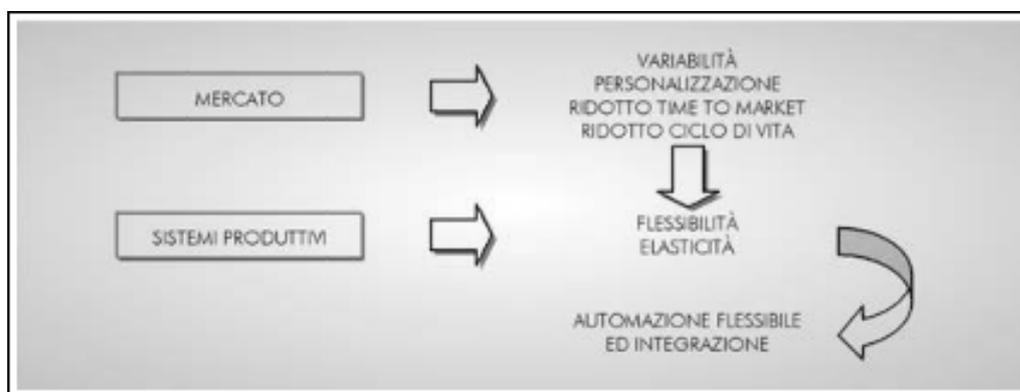


Figura 1.1: Esigenze del mercato e caratteristiche della fabbrica moderna [2]

Nei paragrafi successivi saranno esplicitati ed approfonditi alcuni concetti, metodi e criteri utili alla progettazione di impianti industriali. Sono stati selezionati tali spunti poiché da questi si è proceduto all'implementazione del caso di studio Gimco, ma questa raccolta è solo una piccola parte di tutte le metodologie e gli approcci sviluppati ed utilizzati negli anni per raggiungere il medesimo obiettivo.

1.1 Definizioni di funzione logistica e di impianto industriale

Per ben inquadrare il contesto su cui questo elaborato insiste, è importante andare a definire i concetti di *funzione logistica* e *impianto industriale*.

1.1.1 Definizione della funzione logistica

La logistica è la disciplina che tratta in modo organico e sistematico la gestione integrata dell'intero ciclo operativo dell'azienda, attraverso le sue principali funzioni di gestione dei materiali (materie prime e componenti), gestione della produzione (programmazione, fabbricazione, assemblaggio, controllo) e di gestione della distribuzione dei prodotti finiti (movimentazione, stoccaggio, trasporto, imballo, ricezione e spedizione, assistenza post-vendita), con l'obiettivo di garantire un elevato livello di servizio ai clienti, fornendo prodotti di alta qualità in tempi brevi e a costi contenuti [2].

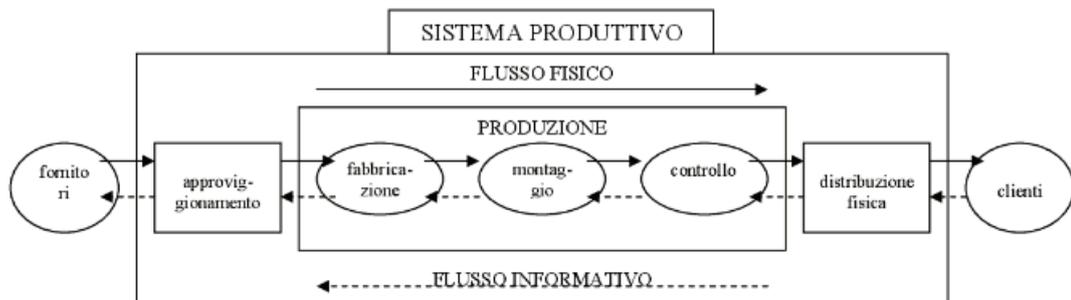


Figura 1.2: Schema generale della catena logistica [2]

Risulta chiaro che, oltre alle caratteristiche di l'elasticità e flessibilità, in un ciclo operativo aziendale funzionante dovrà essere presente anche un elevato livello di *integrazione* tra i *flussi fisici* (materie prime, componenti, semilavorati, prodotti finiti) e i *flussi informativi* relativi a tutte le attività dell'azienda. In generale, il flusso fisico avviene dal fornitore al cliente, men-

tre il flusso informativo avviene in senso inverso (figura 1.2). Un problema comune a molte aziende riguarda come combinare il sistema di gestione e il sistema fisico, in modo che funzionino all'unisono al servizio delle esigenze descritte in precedenza (un'ampia varietà di prodotti, alta qualità, bassi costi e ridotto Time To Market). Uno strumento utile a gestire gli aspetti legati alle informazioni è sicuramente l'*informatizzazione*, che nella pratica si applica attraverso l'implementazione di sistemi CIM (Computer Integrated Manufacturing). Il CIM è suddiviso in molteplici sezioni che permettono di gestire sistemi FMS (Flexible Manufacturing System) e FAS (Flexible Assembly System), sistemi di movimentazione automatica (AGV), sistemi di stoccaggio automatico (magazzini intensivi con trasloelevatori), sistemi di gestione dei materiali (ad esempio approvvigionamento con tecnica MRP). Dall'*information technology - IT*, però, non si trarranno i vantaggi attesi se l'organizzazione fisica dell'azienda rimarrà ancorata ad obsolete modalità e tecniche di produzione (ad esempio produzione di massa ed orientamento ai grandi lotti). Viceversa, le aziende si troveranno in ritardo rispetto ai tempi se si concentreranno esclusivamente sul miglioramento degli stabilimenti ignorando i vantaggi della gestione informatizzata dei dati e dei processi [2] [5].

1.1.2 Definizione di impianto industriale

L'impianto industriale è un complesso di macchine, apparecchiature e servizi atti a permettere la trasformazione di materie prime o derivati in prodotti finiti. Il sistema di produzione si inserisce in una struttura più complessa, detta *impresa* o *azienda*, la quale in generale persegue obiettivi economici. Nell'impianto industriale si distinguono, oltre a uno o più impianti di produzione, anche più impianti complementari di servizio, volti al soddisfacimento di diverse esigenze (impianto idraulico, impianto elettrico, impianto aria compressa, impianto vapore tecnologico, ecc.) [1].

1.2 Progettazione del layout di impianti industriali: approccio integrato Logistic and Relay Problem (LRP)

La disposizione planimetrica dell'impianto tecnologico principale, in cui si realizza il processo produttivo, e degli impianti di servizio dipende in primo luogo dalla tipologia di prodotto (e quindi dal processo) e dalla potenzialità produttiva (numero di parti da realizzare nell'unità di tempo). Il layout progettato andrà poi, assieme alle caratteristiche fisiche dei componenti/materie prime da lavorare, a condizionare la scelta dei mezzi di movimentazione e stoccaggio.

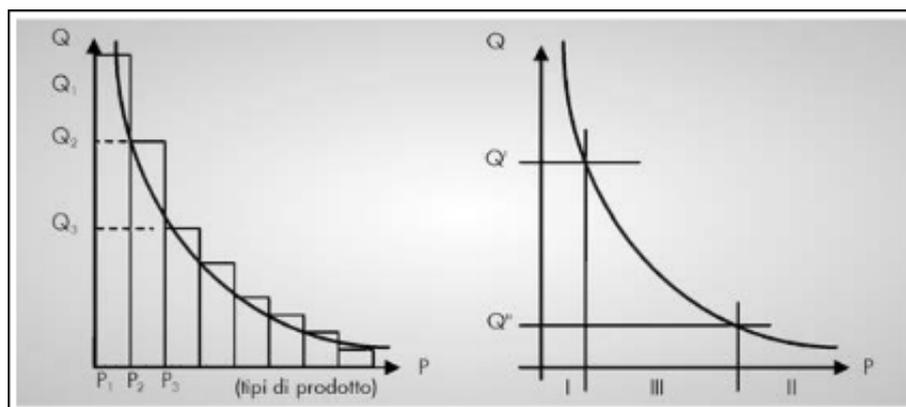


Figura 1.3: Diagramma P-Q [2]

Per rendere il *mix produttivo* di facile comprensione, si realizza il *diagramma P-Q* disponendo i prodotti P_k sull'asse delle ascisse in ordine decrescente secondo la potenzialità produttiva Q , che comparirà sull'asse delle ordinate. I prodotti che ricadono nella zona *I* sono eseguiti in grande quantità, quindi prevedono linee di produzione dedicate e disposizioni di *layout per prodotto* nelle quali la collocazione delle macchine e delle attrezzature rispecchia l'ordine delle successive operazioni del ciclo tecnologico del prodotto. I codici prodotti in tale modalità sono anche detti *ad alta rotazione* visto il loro basso lead time di attraversamento, il quale è inversamente proporzionale all'alta

produttività che si richiede per tali beni. I layout per prodotto giustificano l'adozione di attrezzature logistiche speciali e sistemi di trasporto ad elevato grado di automazione, anche *rigida*, ottenibili con elevati investimenti ma utili ad abbattere i costi di trasporto.

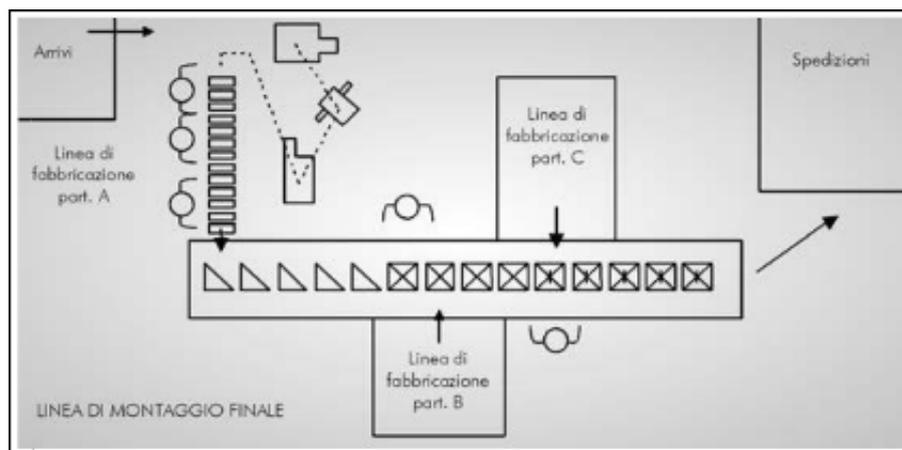


Figura 1.4: Esempio di layout per prodotto o in linea [2]

I prodotti della zona *II* prediligono *layout per processo* (produzione per reparti) (figura 1.5) oppure *layout a punto fisso*. Nel primo caso, i prodotti a *bassa rotazione* si muovono da un reparto all'altro, dove vengono eseguite diverse lavorazioni; le macchine, i sistemi di trasporto ed i mezzi logistici devono essere molto flessibili e possono essere di tipo tradizionale (basso costo ma difficile integrazione coi sistemi automatizzati, esempio: carrelli elevatori) oppure di tipo innovativo (maggiori costi di investimento ma possibilità di integrazione con sistemi automatizzati, esempio: AGV). Nel caso di layout a punto fisso il prodotto è fermo in una zona specifica dell'impianto ed il sistema logistico trasporta componenti ed attrezzature in prossimità di tale punto. Questa soluzione è spesso utilizzata per beni di grandi dimensioni (navi, aerei...).

La zona *III* è caratterizzata da prodotti diversi la cui richiesta è insufficiente per giustificare l'investimento in una linea dedicata, ma troppo elevata per essere gestita con un layout per processo. Per questa categoria di prodotti risulta conveniente riferirsi a soluzioni applicate alla *Group Technology*. Si

ha un sistema automatico di fabbricazione FAS e/o di assemblaggio FAS costituito da celle di lavorazione o stazioni di assemblaggio in grado di gestire i cicli tecnologici di una *famiglia di prodotti* simili per caratteristiche costruttive e processo produttivo. Sistemi di trasporto automatizzati AGV si integrano alla perfezione con le tecnologie appena citate e gli alti costi di investimento possono essere giustificati dalla riduzione dei tempi e dei costi di movimentazione, oltre che dalla maggiore flessibilità operativa [2].

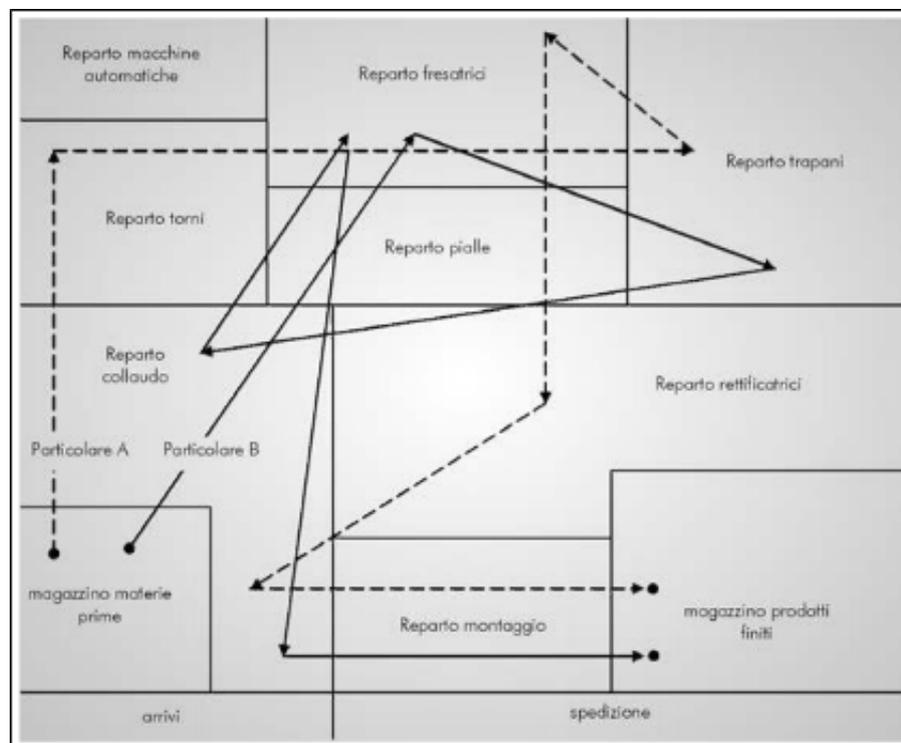


Figura 1.5: Esempio di layout per processo o per reparti [2]

Come visto, i principali input necessari alla progettazione del layout di impianti industriali risultano essere: il prodotto (P), la capacità produttiva (Q), il ciclo tecnologico (C) e l'insieme degli impianti di servizio (S). A questi si aggiungono informazioni secondarie, ma non trascurabili, come lo spazio disponibile, lo spazio richiesto, eventuali vincoli progettuali, l'ipotesi di futuri ampliamenti dello stabilimento o modifiche del mix produttivo.

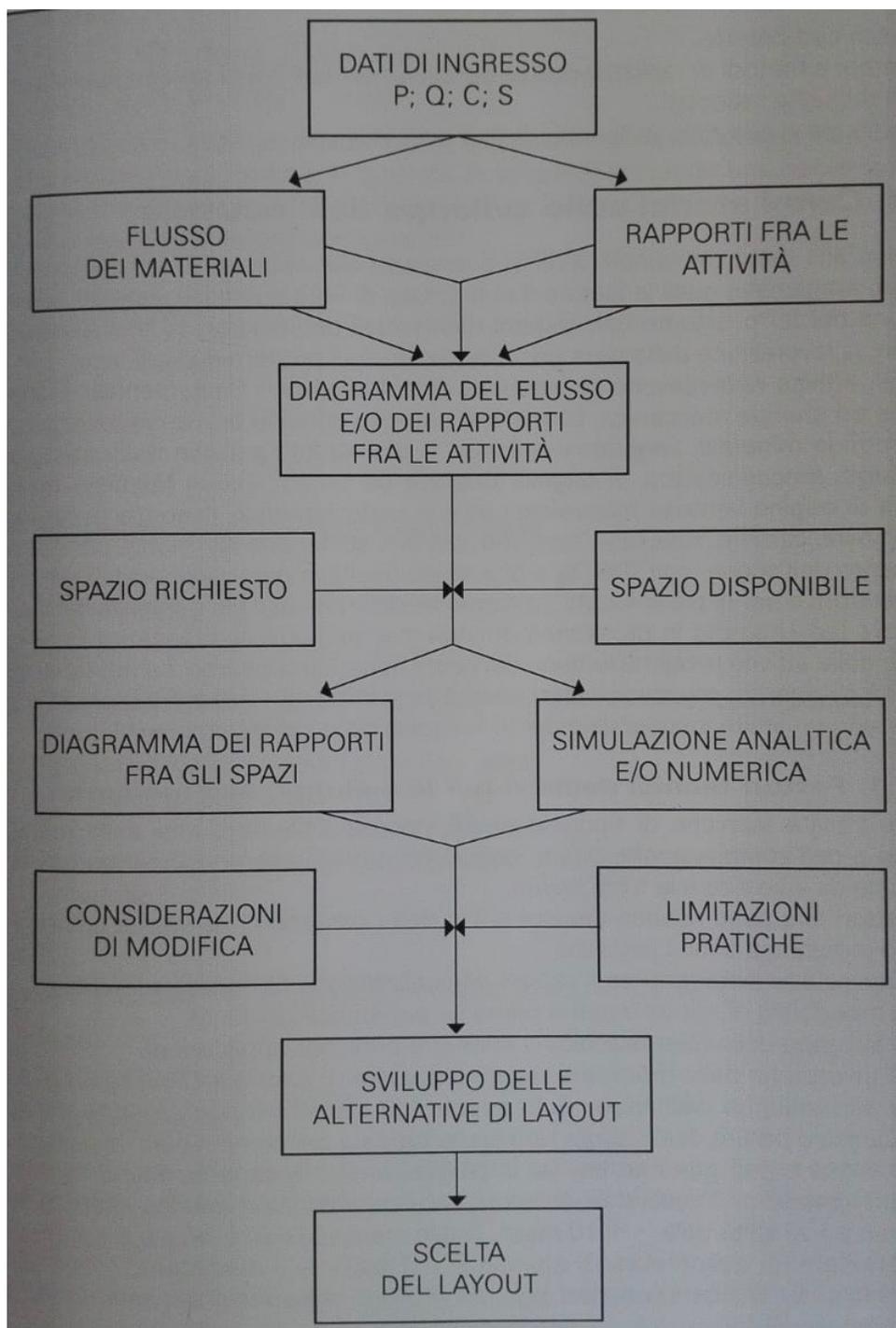


Figura 1.6: Procedura del progetto sistematico del layout generale di un impianto industriale [2]

Dai dati in input si ricava il diagramma del flusso dei materiali e/o dei rapporti tra le attività (*foglio origine/destinazione, tabella delle relazioni*), il quale diventa a sua volta un dato in ingresso per metodi analitici o numerici che portano alle diverse tipologie di layout a seconda della *funzione obiettivo* che si intende perseguire (esempio: minimizzazione dei costi di trasporto, minimizzazione della distanza percorsa, ...). I metodi numerici appena citati possono essere implementati su software di calcolo atti a pianificare ed ottimizzare il layout a partire dal foglio origine destinazione (CRAFT) o dalla tabella delle relazioni (ALDEP, CORELAP 8, CORELAP interattivo).

L'odierna necessità di una maggiore integrazione in ottica CIM richiede, però, uno strumento efficace non solo nella determinazione del miglior dislocamento delle aree, ma anche nel bilanciamento delle attrezzature automatiche e nel posizionamento reciproco di queste. Basandosi su queste linee guida, il Gruppo di Ricerca del Settore scientifico disciplinare Impianti Industriali Meccanici dell'Università di Bologna ha sviluppato una piattaforma atta a costituire un supporto rapido ed efficace, adatto a calcolatori di media potenza, per la progettazione del layout di piccole e medie aziende: il software LRP (Logistic Relay Problem). Si tratta di una piattaforma *multipurpose*, quindi in grado di condurre analisi su diverse funzioni obiettivo in base all'esigenza, costituita da un'architettura modulare in cui è consentita l'introduzione di nuove sezioni. Gli step successivi che il sistema esegue sono i seguenti:

1. determinazione della sequenza ottimale di introduzione dei reparti produttivi e delle attività di servizio;
2. ricerca del miglior posizionamento del reparto sulla pianta;
3. analisi dei flussi in ottica intra-reparto per l'ottimizzazione del layout di dettaglio.

Dal momento che la l'algoritmo risolutivo introduce un reparto alla volta nel layout e che le successive scelte saranno sempre vincolate a quelle precedenti, risulta essere di fondamentale importanza il criterio con cui si

determina la sequenza di inserimento delle facilities. I tre metodi principali per l'individuazione di tale sequenza sono il *metodo del rapporto pesato*, il *metodo del valore massimo totale* ed il *metodo del valore massimo puntuale* [4].

1.2.1 Metodo del rapporto pesato

Nel layout viene inserito il reparto/attività che presenta il valore minore del parametro Φ_i . Tale parametro è definito dal rapporto:

$$\Phi_i = \frac{\sum_{j=1}^N F_{i,j}}{\sum_{k=1}^N F_{i,k}}$$

dove

$F_{i,j}$ = flusso/legame di vicinanza del reparto i-esimo con i reparti j-esimi ancora da collocare

$F_{i,k}$ = flusso/legame di vicinanza del reparto i-esimo con i reparti k-esimi già collocati

Questo metodo trova una applicazione soddisfacente in situazioni ove il quadro dei flussi fra i reparti o le relazioni fra le attività sia bilanciato ed omogeneo. In caso contrario si rilevano delle distorsioni dovute alla natura di rapporto di tale indice [4].

1.2.2 Metodo del valore massimo totale

Come reparto iniziale viene introdotto quello che presenta la massima somma del valore dei flussi/rapporti di vicinanza con gli altri: $\max(\sum_{j=1}^N F_{i,j})$

dove

$F_{i,j}$ = flusso/legame di vicinanza del reparto i-esimo con tutti gli altri.

Successivamente, ad ogni passo viene collocato il reparto/attività con il valore più elevato di Φ_i :

$$\Phi_i = \sum_{t=1}^N F_{i,t}$$

dove

$F_{i,t}$ = flusso/legame di vicinanza del reparto i -esimo con i reparti t -esimi già collocati.

Questo criterio è adatto in situazioni ove il quadro dei flussi (o dei legami di vicinanza qualora venga applicato alle relazioni) è scarsamente bilanciato. Esso tende a preferire i reparti che complessivamente hanno un legame forte con quelli già introdotti. Il risultato è un rapida assegnazione della maggioranza dei flussi di materiali. Questa metodologia ha mostrato un buon adattamento a realtà manifatturiere con forti confluenze di materiali verso il montaggio [4].

1.2.3 Metodo del valore massimo puntuale

In modo simile al precedente metodo, assegna per primo il reparto/attività con il valore più alto del flusso/giudizio con ciascuno degli altri. La metodologia ricorsiva prevede poi la selezione del reparto/attività, non ancora inserito, con il flusso/giudizio più elevato rintracciabile nei legami con i reparti già allocati. Cioè viene scelto quel reparto che presenta il valor più elevato del flusso con un suo omologo (non necessariamente si tratta di quello che presenta la massima somma dei flussi con i reparti già posizionati). Se il metodo precedente eseguiva valutazioni sul totale dei reparti, questo è a carattere *puntuale*. Esso tende a preferire l'aggregazione di macchine che hanno un forte legame reciproco. Può quindi essere molto utile nel caso in cui si stia valutando la possibilità di istituire delle isole di lavorazione [4].

1.3 Progettazione di una linea flessibile di assemblaggio (FAS)

1.3.1 Generalità

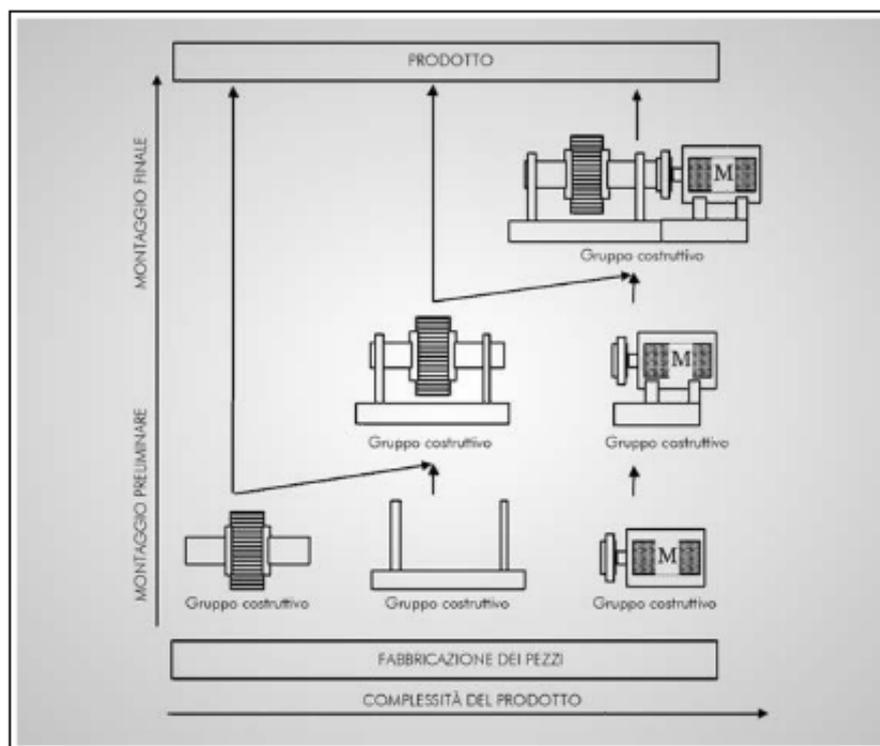


Figura 1.7: Esempio di scomposizione in gruppi costruttivi [2]

La maggior parte dei prodotti viene realizzata mediante la fabbricazione di parti e successivo assemblaggio di queste. Le caratteristiche di flessibilità ed integrazione citate in precedenza sono quindi da ricercare anche nella progettazione dei sistemi di montaggio. Negli anni sono stati sviluppati sistemi di assemblaggio automatici, i quali, per i ragionamenti visti nel paragrafo precedente, risultano economicamente vantaggiosi nel caso di linee monoprodotto (rigide), a causa degli alti costi di investimento. Nel caso di mix produttivo più vario, può convenire l'implementazione di linee flessibili dedicate

ad una famiglia di prodotti oppure linee di tipo tradizionale caratterizzate dall'assemblaggio completamente manuale.

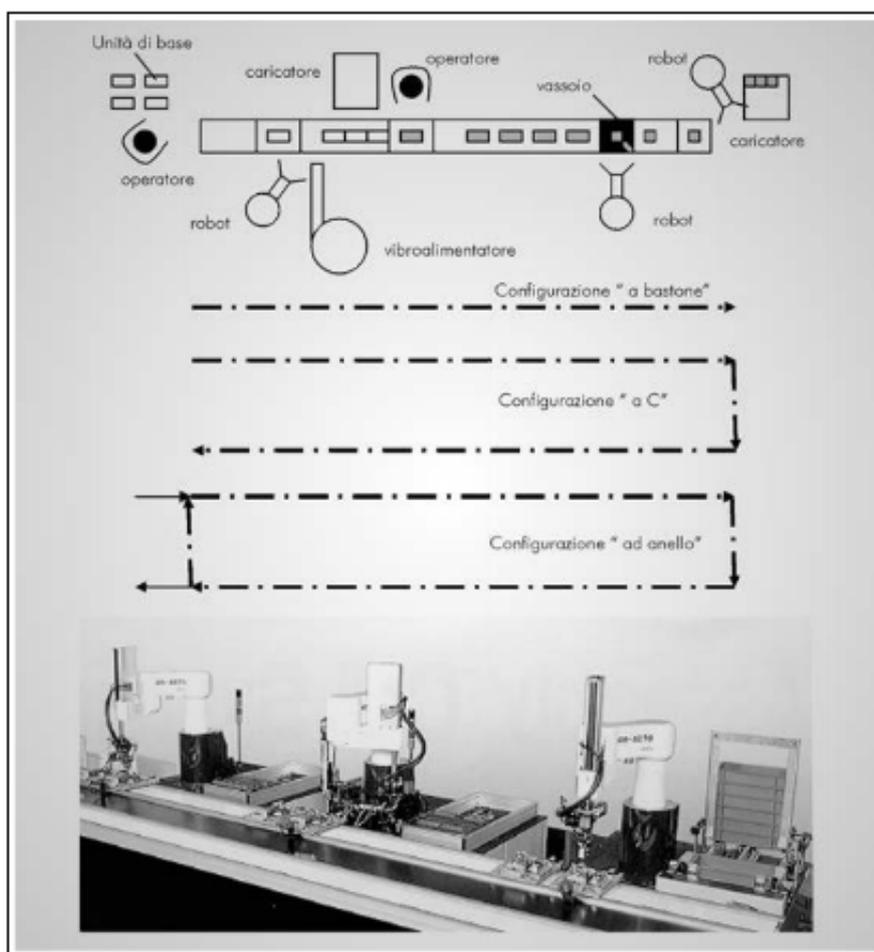


Figura 1.8: Linee di assemblaggio a configurazione rettilinea [2]

Di fondamentale importanza nel processo di assemblaggio è la complessità del prodotto, alla quale il livello di difficoltà nel montaggio risulta essere proporzionale. L'assemblaggio di beni costituiti da un basso numero di componenti può essere svolto da un unico operatore in un'unica fase (*assemblaggio a posto singolo*); per prodotti complessi con un elevato numero di componenti nasce l'esigenza di frammentare il processo di assemblaggio in più fasi, svolte in diverse *stazioni* (*assemblaggio suddiviso*).

A coadiuvare tale logica riguardante la gestione del ciclo tecnologico devono essere affiancati aspetti altrettanto importanti riguardanti la progettazione del prodotto. Se il bene da assemblare risulta essere suddivisibile in *gruppi costruttivi* (fig.1.7), è possibile montare separatamente ognuno di questi prima che vengano fissati all'*unità di base* e posti in relazione reciproca tra di loro nelle successive fasi dell'assemblaggio. Con *unità di base* si intende il singolo componente (generalmente costituito da una piastra o da un alloggiamento) sul quale, nel corso del processo di montaggio, vengono poi assemblati gli altri componenti/gruppi costruttivi.

Le linee dedicate al montaggio suddiviso hanno fondamentalmente due architetture: *configurazione rettilinea* e *configurazione circolare*. Nella prima, in relazione al numero di stazioni e al loro ingombro all'interno del layout, si possono distinguere schemi *a bastone*, *a C* o *ad anello* (fig.1.8). Nella configurazione circolare, invece, il sistema di trasporto tra le stazioni è rappresentato da una tavola rotante. Si definisce *cadenza* di una stazione di lavoro il tempo che intercorre tra l'uscita di due prodotti consecutivi dalla stazione stessa. La cadenza può essere *imposta* (adatta a sistemi di assemblaggio fortemente automatizzati) oppure *non imposta* (adatta a sistemi caratterizzati da una rilevante presenza di manodopera). In caso di cadenza non imposta, si pone il problema del disaccoppiamento temporale delle stazioni, spesso risolvibile con l'introduzione, tra di esse, di buffer per l'attesa dei prodotti [2].

1.3.2 Elementi costitutivi di una linea flessibile di assemblaggio (FAS)

I principali elementi costitutivi di una linea FAS sono:

1. attrezzi portanti del pezzo;
2. sistema di trasporto dei pezzi da stazione a stazione;
3. sistemi di alimentazione dei componenti da montare;
4. stazioni di lavoro;

5. stazioni di controllo e collaudo degli assemblaggi.

Attrezzi portanti del pezzo

Questi oggetti (pallet, vassoi, ...) fungono da supporto per l'unità di base garantendone il centraggio e la stabilità, oltre che favorendone l'accoppiamento con il sistema di trasporto che muoverà il pezzo da una stazione all'altra. In alcuni casi, gli attrezzi portanti possono contenere altre parti del prodotto che saranno poi assemblate lungo la linea (kit di assemblaggio), oppure più unità di base (vassoi multi-pezzo).

Sistema di trasporto

Nel caso di configurazione circolare il sistema di trasporto coincide con la tavola rotante, quindi per trattare questo tema si farà ora implicitamente riferimento a linee di assemblaggio in configurazione rettilinea. La principale funzione dei sistemi di trasporto consiste nel trasferimento degli attrezzi portanti tra una stazione e l'altra, quindi devono essere dimensionati in base ai pesi e alle dimensioni dei prodotti da sostenere. Le soluzioni adottate sono generalmente modulari e carrellabili, per poter permettere rapide riconfigurazioni del sistema. Una seconda funzione di tali sistemi è la capacità di fungere da magazzino interoperazionale; tale aspetto risulta di fondamentale importanza in caso di postazioni manuali di lavoro, nei quali i tempi di montaggio per le diverse stazioni richiedono una maggior flessibilità da parte del sistema. Per il raggiungimento dello scopo appena descritto, si sono susseguite diverse soluzioni progettuali per l'architettura dei sistemi di trasporto:

- sistemi di trasporto composti da molte unità elementari controllabili separatamente da singoli attuatori e sensori, in modo da avere moto solo in caso di possibile avanzamento del pezzo. Tale scelta evita urti e sollecitazioni ai componenti, ma può risultare costosa per via del largo utilizzo di sensori ed attuatori;

- sistemi di trasporto con attuatori *a frizione* che, al raggiungimento di una certa coppia resistente, disaccoppiano il sistema di trasporto dall'attuatore (ad esempio i trasportatori a rulli);
- trasporto con sistemi dissipativi, il cui il trasferimento del prodotto avviene per attrito, in condizioni di via libera.

I sistemi più impiegati nelle realtà industriali sono a catene, a rulli o rullini, a nastro e a tapparelle.

Sistemi di alimentazione dei componenti

I componenti/gruppi costruttivi che vengono assemblati nelle singole stazioni possono essere direttamente presenti sul pallet oppure possono provenire dall'esterno rispetto attrezzo portante. Nel secondo caso, le operazioni di montaggio risulterebbero più agevoli qualora le parti arrivassero in prossimità del pezzo già ordinati, singolarizzati ed orientati (questa ipotesi si traduce in una necessità se si considerano sistemi di assemblaggio automatizzati). Per questi motivi, all'interno delle linee di assemblaggio assumono grande rilevanza i sistemi di alimentazione dei componenti (detti anche "caricatori"). In generale questi dispositivi si dividono in:

- caricatori piani
- caricatori a contenitore
- vibroalimentatori orbitali.

Tra questi il vibroalimentatore orbitale (fig. 1.9) è il più diffuso nella pratica industriale. L'architettura di questo strumento consiste in un basamento pieno (1) sul quale sono disposti tre pacchi di molle a lamina (2) che lo collegano alla lastra di supporto del contenitore dei pezzi (4). Il contenitore è costituito da canali elicoidali (5) che conducono i componenti all'uscita del vibroalimentatore. Le vibrazioni sono generate da un magnete alimentato a corrente alternata (3). In prossimità dei canali elicoidali sono posizionati

gli elementi utili ad ordinare e singolarizzare i componenti, detti deflettori o selezionatori di giaciture. I pezzi, disposti inizialmente alla rinfusa sul fondo del caricatore, risalgono i canali elicoidali grazie alle vibrazioni e vengono orientati nella giusta posizione prima dell'uscita. L'ordinamento dei pezzi si dice *passivo* se i selezionatori di giacitura respingono i componenti posizionati scorrettamente, mentre si dice *attivo* se i deflettori portano i componenti nella giusta posizione senza respingerli.

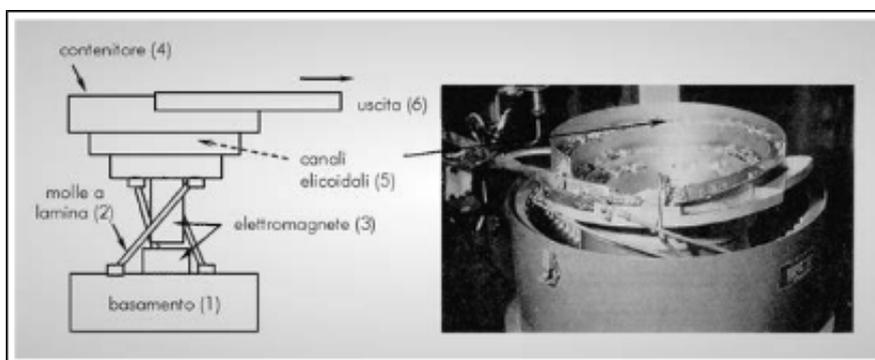


Figura 1.9: Vibroalimentatore orbitale [2]

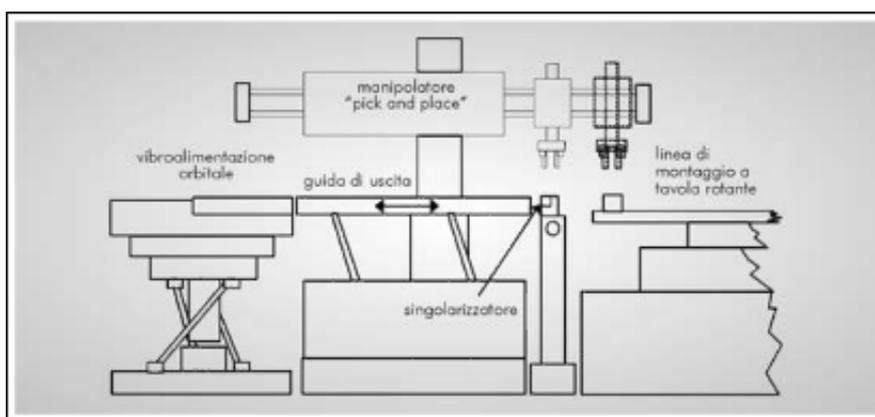


Figura 1.10: Struttura di una stazione di alimentazione dei pezzi [2]

Nella maggior parte dei casi il vibroalimentatore orbitale è solo il primo dispositivo della stazione di alimentazione dei pezzi (fig. 1.10), composta anche da una guida elettromagnetica di uscita, di una stazione di singolarizzazione

e da un manipolatore *pick and place* che trasferisce il singolo componente sul supporto finale per l'assemblaggio.

Stazioni di lavoro

In riferimento alle architetture delle stazioni di assemblaggio si evidenzia una grande variabilità e differenziazione, soprattutto in relazione alla tipologia di prodotto in esame. È comunque possibile effettuare alcune considerazioni di carattere generale. Dal punto di vista della funzionalità operativa, qualora la stazione fosse dotata di manipolatori automatici, la loro disposizione dovrà essere tale da minimizzare i percorsi di presa e deposizione dei componenti, in modo da velocizzarne l'azione. Lo stesso principio risulta valido anche in caso di presenza di un operatore manuale.

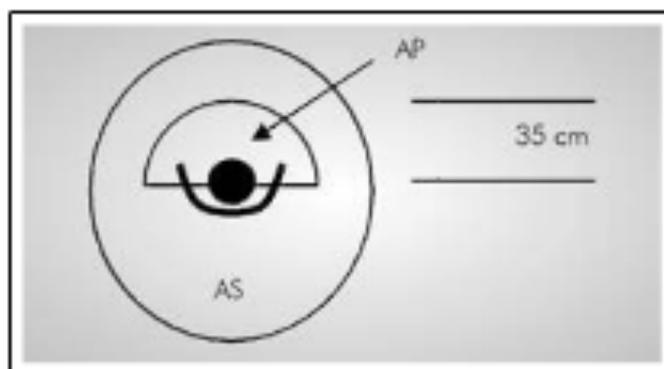


Figura 1.11: Aree di movimento per l'operatore [2]

In figura 1.11 si distinguono un'area primaria (*AP*) e un'area secondaria (*AS*). Una buona norma progettuale consiste nel limitare le operazioni nell'area secondaria facendo convergere i sistemi di alimentazione frontalmente all'operatore entro una distanza di 35 cm dal busto (posizione raggiungibile con le spalle bloccate). Tale zona è denominata anche *golden area*, per l'importanza che ricopre nel processo di assemblaggio.

Un tema da tenere in considerazione nella progettazione delle stazioni di lavoro è sicuramente quello della sicurezza, in particolare per gli aspetti legati all'antincendio e alle vie di fuga, alla rumorosità dei dispositivi, allo stato

vibrazionale indotto, alla movimentazione manuale dei carichi (MMC) e alle posture di lavoro continuativo.

Stazioni di controllo e collaudo

Durante l'assemblaggio il prodotto in via di costruzione viene sottoposto a dei controlli per verificarne la correttezza. La frequenza e l'accuratezza di tali controlli dipende in generale dal settore in cui si sta operando, dalla complessità del prodotto e del ciclo e da eventuali vincoli legislativi. L'esito positivo di un controllo permette il "via libera", mentre l'esito negativo può essere interpretato nei seguenti modi:

- *Disattivazione immediata.* Secondo questo principio, non appena la macchina rileva un errore la linea di montaggio si arresta. Viene inviata una segnalazione del tipo di errore ed un addetto al controllo provvede ad eliminare la causa del guasto e a riattivare la macchina. Questo metodo evita in maniera drastica l'ottenimento di pezzi finali non conformi, ma d'altro canto si ha lo svantaggio di frequenti periodi di inattività dei mezzi operativi.
- *Disattivazione dopo un certo numero di errori in sequenza.* In questo caso la linea viene arrestata solo dopo un certo numero di errori consecutivi, privilegiando l'individuazione dei guasti sistematici a discapito di quelli causali. Con questa tecnica vengono ridotti i periodi di inattività poichè nella maggior parte dei casi, soprattutto in caso di sistemi automatici, gli errori si autoeliminano dopo uno o due cicli successivi.
- *Memorizzazione degli errori.* Questa modalità operativa non prevede l'arresto della stazione di montaggio, infatti in caso di errore il componente viene semplicemente reso riconoscibile dai dispositivi successivi. Il vantaggio di questa tecnica risiede nella sua continuità operativa, che incrementa il rendimento produttivo del sistema [2].

1.3.3 Passi per la progettazione di una linea flessibile di assemblaggio (FAS)

La progettazione di una linea flessibile di assemblaggio può essere ricondotta allo sviluppo di una serie di fasi più o meno complesse.

Razionalizzazione del progetto dei prodotti secondo il DFA - Design for Assembling

In generale, se le caratteristiche costruttive del prodotto sono tali da favorire la semplicità di montaggio, è possibile ridurre in maniera considerevole i tempi ed in costi per l'ottenimento del prodotto finito. Le linee guida del Design for Assembling (DFA) sono la modularità e la riduzione del numero delle parti ma, nello specifico del singolo componente, è possibile applicare determinati principi progettuali atti ad agevolarne il montaggio. Un aspetto di cui tener conto riguarda le linee progettate secondo i principi della Group Technology, destinate quindi all'assemblaggio di una famiglia di prodotti: tali sistemi dovranno garantire la giusta flessibilità per poter gestire tutti i diversi prodotti della famiglia, con le rispettive peculiarità progettuali. Ad oggi esistono software in grado di preventivare tempi e costi di produzione (fabbricazione ed assemblaggio) dialogando direttamente con i programmi CAD, permettendo una modifica del progetto direttamente nella fase di design sulla base di criteri economici.

Razionalizzazione del processo produttivo e definizione del *prodotto caratteristico*

Tale step risulta strettamente collegato al precedente e in buona sostanza consiste nell'approntare processi di assemblaggio facilmente realizzabili e tecnicamente simile fra prodotti della medesima famiglia. All'interno di questa risulta inoltre conveniente determinare un *prodotto caratteristico* (reale o fittizio), ossia un prodotto nel cui ciclo di assemblaggio compaiono tutte le fasi di lavoro. In altre parole tutti i prodotti della famiglia devono poter

essere ottenuti dal prodotto caratteristico per eliminazione delle fasi di lavorazione. La linea di assemblaggio sarà poi dimensionata considerando il prodotto caratteristico.

Determinazione dei tempi e dei metodi di montaggio

Per poter dimensionare le stazioni di lavoro è necessario definire i metodi di montaggio e rispettivi tempi, solitamente sulla base dell'esperienza o di analisi tecnico-pratiche. La valutazione dei tempi di assemblaggio può essere condotta per via sperimentale attraverso la rilevazione sul campo e la successiva elaborazione statistica dei dati, oppure per via teorica attraverso la procedura *Method Time Measurement - MTM*, che prevede la scomposizione delle azioni di montaggio in *operazioni elementari* a ciascuna delle quali corrisponde un tempo standard che tiene conto delle distanze da percorrere, dei pesi da trasportare, delle forze da applicare e così via. Sommando i tempi delle operazioni elementari si ottiene una stima del tempo complessivo per lo svolgimento delle diverse attività di montaggio. Negli anni sono stati sviluppati software atti alla gestione delle informazioni provenienti dalle campagne sperimentali dotati anche di librerie contenenti una forte base dati di tempistiche standard (ad esempio: Assembly Planner, TM Estimate). Tali strumenti possono, nella maggior parte dei casi, interfacciarsi anche con software CAD preventivando tempi e costi di produzione e/o montaggio sulla base della complessità dell'assieme. Altri utili risultati di questa analisi sono: la generazione di istruzioni di lavoro, l'analisi ergonomica, il bilanciamento ed il sequenziamento delle linee di assemblaggio, l'analisi del valore aggiunto.

Scelta della cadenza della linea e dimensionamento delle stazioni

Si definisce *cadenza* l'intervallo di tempo che intercorre tra l'uscita di due prodotti consecutivi dalla linea di assemblaggio. Il processo di montaggio può svolgersi, come detto a cadenza imposta o libera. La scelta tra le due alternative si effettua solitamente in base alla produttività richiesta e al grado di automazione presente sulla linea. In linea di massima, linee a cui è richiesta

un'elevata produttività e in cui si prevede una ridotta incidenza del lavoro umano sono progettate a cadenza imposta mentre, nei casi in cui la presenza umana è richiesta in molte attività, si prevede la cadenza libera per ridurre la probabilità di mancato completamento della lista di operazioni da svolgere. Per l'implementazione di questo secondo scenario risulta fondamentale l'inserimento di polmoni interoperazionali (o *buffer*) che svincolino le stazioni consecutive dal punto di vista temporale. Una volta stabilita la cadenza si procede alla suddivisione del carico di lavoro nelle diverse stazioni di assemblaggio (*bilanciamento*). L'obiettivo di questa fase è il raggiungimento del miglior compromesso economico fra i costi diretti di montaggio (manodopera ed attrezzature) ed i costi indiretti del mancato completamento di alcune operazioni, nel rispetto dei vincoli tecnologici legati al ciclo, al prodotto e ai sistemi produttivi a disposizione.

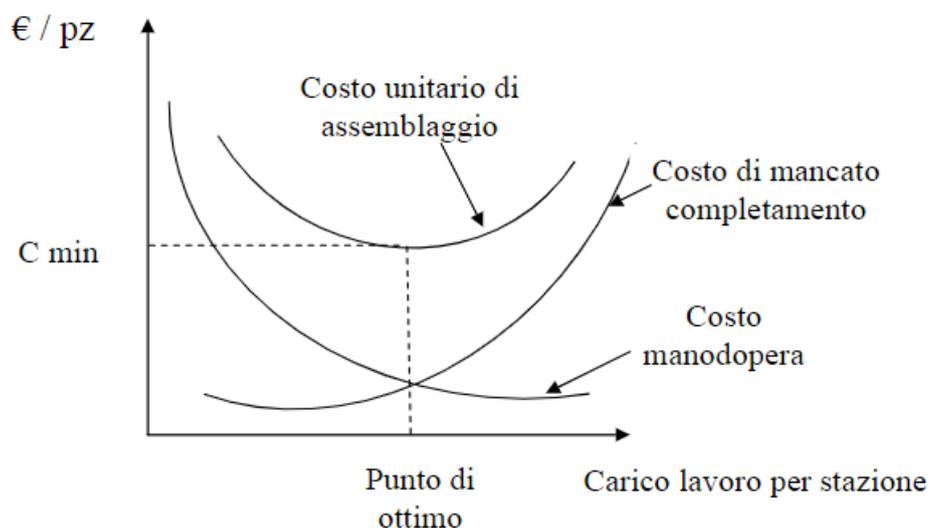


Figura 1.12: Bilanciamento di una linea: curve dei costi

In riferimento alle linee a cadenza imposta viene impiegato con successo il *metodo di Kottas-Lau*, basato sulle seguenti ipotesi semplificative:

1. i soli vincoli del modello sono il tempo ciclo e le precedenze tra un'operazione e l'altra;
2. ciascun operatore viene retribuito nella stessa misura;
3. un'operazione può essere iniziata solo se tutte le operazioni con vincoli di precedenza sono state completate;
4. il tempo per completare la k-esima operazione si distribuisce secondo una curva probabilistica normale con valor medio M_k e deviazione standard σ_k ; il tempo di ciascuna operazione è indipendente dal tempo di ogni altra operazione e dall'ordine di svolgimento;
5. se un'operazione risulta incompleta l'unità continua a viaggiare sulla linea e vengono completate le operazioni non dipendenti da quella incompleta. Le operazioni incomplete saranno svolte fuori linea alla fine.

Siano:

$p(t)$ densità di probabilità

M valor medio

σ^2 varianza

σ deviazione standard

Si avrà:

$$\int_0^\infty p(t) \cdot dt = 1 \text{ (condizione di normalizzazione)}$$

$$M = \frac{\int_0^\infty t \cdot p(t) \cdot dt}{\int_0^\infty p(t) \cdot dt} = \int_0^\infty t \cdot p(t) \cdot dt;$$

$$\sigma^2 = \int_0^\infty [t - M]^2 \cdot p(t) \cdot dt$$

Tanto minore è σ^2 e tanto minore è la dispersione dei valori t attorno ad M . Per stimare M e σ si misurano sperimentalmente n valori t_i e si calcolano:

$$M \approx \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - M)^2}{n-1}} \approx \sigma$$

Fissata a priori una probabilità di mancato completamento “ottimale”, si inseriscono nelle varie stazioni le operazioni (con i rispettivi t_i) fino alla saturazione di tale probabilità (senza eccederla) e si procede in modo iterativo fino al completamento del ciclo produttivo.

Nel caso di linee a cadenza libera si ricerca un bilanciamento che riduca al minimo i tempi morti nell’attività degli operatori e dei mezzi produttivi attraverso soluzioni di tentativo oppure impostazioni analitiche di problemi di minimo vincolato.

Scelta del sistema di trasporto e alimentazione dei componenti

In questa fase si effettua il progetto dettagliato della linea, garantendo a ciascuna stazione i rispettivi sistemi di alimentazione dei componenti ed attrezzature opportunamente collocati nei pressi del sistema di trasporto. In caso di linea a cadenza libera si dimensionano a questo punto anche i buffer interoperazionali.

Verifica della flessibilità e simulazione

Per risolvere fin da subito le probabili discrepanze tra il sistema produttivo progettato e quello effettivamente realizzato è bene verificare la montabilità di tutti gli elementi della famiglia, garantendo la flessibilità che si richiede alla linea. Da ultimo, prima di procedere alle valutazioni economiche, è consigliabile un approccio simulativo per la verifica del comportamento

dinamico del sistema in condizioni di transitorio (effettuabile con software come Simul8, AutoMod o Experior).

Valutazione economica dell'investimento

Come ogni altro investimento industriale, la linea di assemblaggio risulta realizzabile solo se presenta un'adeguata convenienza economica. Ne consegue che, una volta ultimato il progetto, bisogna valutare attraverso la determinazione dei costi di installazione e di esercizio delle attrezzature scelte, il ritorno economico dell'investimento e il costo unitario stimato per l'assemblaggio. Per fare ciò si utilizzano i noti metodi VAN, TIR, tempo di recupero [1] [2].

1.4 Gestione a scorta dei materiali e modello del lotto economico (EOQ)

Con l'espressione *gestione a scorta* si indica la procedura di gestione dei materiali/componenti la cui domanda deriva da stime previsionali e non da un piano di produzione come avviene per la *gestione a fabbisogno* (tramite ad esempio procedura MRP). Tale gestione può avvenire principalmente secondo due modelli: a livello di riordino (Economic Order Quantity - EOQ) e ad intervallo di riordino. Il primo necessita di un continuo controllo della giacenza e prevede ordini di riassortimento emessi ad intervalli variabili ma in quantità fisse; il modello ad intervallo di riordino si caratterizza invece di intervalli di tempo fissi tra un riassortimento e l'altro ma quantità variabile. Questo modello non necessita di un continuo controllo della giacenza.

1.4.1 Il modello a livello di riordino fisso e il lotto economico

Il modello del lotto economico EOQ è valido in caso di domanda (o consumo) costante del componente in esame, caratteristica che pone importan-

ti limitazioni all'applicazione effettiva del modello. Sostituendo al costo di emissione dell'ordine il costo di set-up e al tempo di approvvigionamento il tempo di produzione, è possibile utilizzare tale metodo per la programmazione della produzione, e non solo per la gestione delle scorte. L'obiettivo del modello EOQ consiste nell'individuazione della dimensione ottimale del lotto di acquisto o di produzione Q , attraverso un compromesso tra una serie di fattori aventi andamenti contrastanti rispetto alla dimensione Q del lotto. I fattori in esame sono:

1. il costo di mantenimento a scorta (H) [*euro/pezzi · anno*] che, a parità di domanda (Y) [*pezzi/anno*] ed essendo proporzionale alla giacenza media, cresce linearmente con Q ;
2. il costo di emissione ordine, o costo di set-up, (C) [*euro/ordine*]. Questo parametro è costante;
3. il costo unitario di acquisto o di produzione [*euro/pezzo*], costante;
4. i , percentuale di costo per il mantenimento a magazzino [*%/anno*], costante;
5. capacità dei magazzini: non vincolante.

Prima dell'utilizzo di modelli di costo come il metodo del lotto economico è bene valutare importanti aspetti qualitativi tipici del problema *make or buy*:

- affidare a terzi la produzione di un certo bene presuppone la condivisione di un certo numero di informazioni tecniche aziendali;
- demandare ad un vendor esterno la fabbricazione richiede un focus sulla regolarità e l'affidabilità delle forniture;
- eventuali esigenze si accorpamenti contrattuali (ad esempio livello minimo garantito da assegnare ai fornitori);

- modifica delle usuali attività aziendali, con un aumento dei costi dovuti all'apprendimento;
- considerazioni di volume delle forniture.

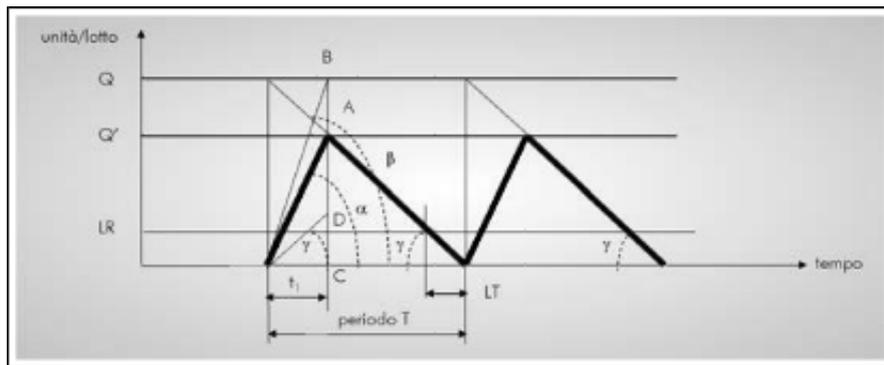


Figura 1.13: Modello del lotto economico EOQ [2]

Alle variabili descritte in precedenza si aggiungano: P , costo di produzione di una unità di prodotto [euro/pezzo]; $C_1 = P \cdot Y$, costo annuale per la produzione della quantità Y di prodotto [euro/anno]; $\frac{Y}{Q}$, numero di lotti per anno [lotti/anno]; $C_2 = \frac{C \cdot Y}{Q}$, costo annuale dei riordini o riattrezzaggi [euro/anno].

Per stimare il lotto economico di produzione, in riferimento alla figura sopra, si valuta qual è la giacenza media Q' nel magazzino relativamente al prodotto in esame e quali sono i relativi costi globali.

Si suppone che al tempo t_1 , necessario per eseguire un lotto, sia stata consumata una quantità di pezzi pari a CD essendo $y = \frac{CD}{t_1} = \tan(\gamma)$ il consumo unitario dei pezzi. Si assuma ora $AB = CD$.

Se in magazzino si ha inizialmente una quantità di pezzi pari al lotto Q , al tempo t_1 si ha una giacenza Q' pari a $Q' = Q - AB$, che rappresenta il massimo accumulo di pezzi in magazzino.

Sia $\frac{CB}{t_1} = \tan(\beta) = \chi$ (pezzi realizzati / unità di tempo) la potenzialità produttiva. Si avrà:

$$Q = t_1 \cdot \chi$$

Si ricava:

$$Q' = t_1 \cdot \tan(\alpha) = CB - AB = t_1 \cdot (\tan(\beta) - \tan(\gamma)) = t_1 \cdot (\chi - y)$$

e poiché $Q = t_1 \cdot \chi$ si ha:

$$Q' = \frac{Q \cdot (\chi - y)}{\chi}$$

Sia $\frac{Q'}{2}$ la giacenza media di pezzi in magazzino e, indicando con C_3 il costo annuale di magazzinaggio, risulta $C_3 = \frac{Q' \cdot H}{2}$.

Il costo totale è quindi pari a:

$$C_{\text{tot}} = C_1 + C_2 + C_3 = P \cdot Y + \frac{C \cdot Y}{Q} + \frac{H \cdot Q \cdot (\chi - y)}{2 \cdot \chi}$$

Per determinare il valore ottimale del lotto Q in grado di rendere minimo C_{tot} si deriva la formulazione ottenuta:

$$\frac{d}{dQ} C_{\text{tot}} = \frac{-C \cdot Y}{Q^2} + \frac{H \cdot (\chi - y)}{2 \chi} = 0$$

da cui:

$$Q^2 = \frac{2 \cdot C \cdot Y \cdot \chi}{H \cdot (\chi - y)}$$

quindi:

$$Q_{\text{ottimale}} = \sqrt{\frac{2 \cdot C \cdot Y}{H}} \cdot \sqrt{\frac{\chi}{(\chi - y)}}$$

da cui si può ricavare la durata ottimale del periodo di produzione per quello specifico prodotto:

$$t_{1 \text{ ottimale}} = \frac{Q_{\text{ottimale}}}{\chi}$$

La formulazione del lotto economico d'acquisto differisce da quello appena visto (lotto economico di produzione) per il contributo di C_3 che risulterà uguale a $\frac{Q \cdot H}{2}$ poiché $y = 0$ in quanto si tratta di pezzi acquistati e non prodotti.

Nell'applicare il modello del lotto economico EOQ si deve anche porre l'attenzione sull'ipotesi di invariabilità del prezzo di acquisto P' con la quantità Q , ipotesi spesso disattesa a causa di politiche di sconto praticate dai fornitori all'aumentare della quantità Q . In tali situazioni occorre verificare se C_{ottimale} sia effettivamente ottenuto per la quantità Q_{ottimale} [2].

Con quest'ultimo paragrafo si è conclusa la trattazione degli strumenti teorici utili alla stesura dell'analisi di fattibilità per l'ottimizzazione della produzione di Gimco. Nel capitolo successivo vedremo come questi modelli possono essere impiegati nel caso reale, evitandone un utilizzo diretto ed acritico che non tenga conto delle molteplici problematiche tecniche e dei vincoli pratici caratterizzanti i veri stabilimenti produttivi.

Capitolo 2

Caso di studio: analisi di fattibilità per l'ottimizzazione della produzione di Gimco

In questo capitolo sarà approfondito il caso di studio assegnatomi dal Process Engineering Manager di IEMCA Andrea Drei, mio referente aziendale durante lo svolgimento del tirocinio per tesi, che prevede la stesura di un progetto volto all'ottimizzazione della produzione di Gimco, sede produttiva del gruppo Bucci Industries situata nella città di Taichung (Taiwan). Le considerazioni fatte sono basate su informazioni e dati ricevuti durante il mio tirocinio direttamente dal Plant Manager di Gimco Raich Wang, ma l'impossibilità di verificare di persona ed in tempo reale la situazione aziendale ha talvolta dato origine ad incomprensioni e rallentamenti. Le modifiche al progetto, apportate durante la trasferta a Taiwan in seguito all'analisi sul campo, saranno discusse nel Capitolo 3.

Come anticipato nell'introduzione, le proposte di modifiche all'attuale layout di Gimco e alla gestione di approvvigionamento, produzione e stoccaggio non saranno applicate nei mesi immediatamente successivi alla presentazione del progetto (a rafforzare tale ipotesi vi è la concreta possibilità di una futura necessità di trasferimento della produzione di Gimco presso un'altra sede),

quindi oltre a risposte a problemi specifici inerenti le attuali condizioni dello stabilimento ci si propone di lasciare ai responsabili di Gimco criteri e metodi generali per il buon svolgimento delle suddette attività, al fine di rendere questa analisi di fattibilità efficace nel tempo qualora le condizioni interne ed esterne cambiassero (as esempio: mix produttivo, andamento della domanda, rapporti con i fornitori, processi produttivi...).

2.1 L'azienda

IEMCA, divisione di Bucci Automations S.p.A., è una società italiana con sede a Faenza (RA) interamente di proprietà del Gruppo Bucci Industries. Dal 1961 si occupa della progettazione e della produzione di caricatori automatici di barre per torni monomandrino e plurimandrino. L'azienda risulta oggi il leader mondiale di questo prodotto, con la gamma di caricatori più ampia del mercato e più di 100.000 unità installate.



Figura 2.1: IEMCA [6]

Il primo caricatore automatico di barre è stato realizzato proprio a Faenza, e venne ufficialmente presentato alla fiera di Milano nel 1966. L'anno successivo nasce il modello AS, il primo caricatore ad essere diffuso in tutto il mondo. Oggi la gamma di prodotti IEMCA dedicati al settore della torneria è la più ampia disponibile sul mercato ed include caricatori automatici per torni monomandrino a fantina fissa e mobile, per barre fino a 6 metri, per diametri da 0,8 mm a 100 mm ed oltre, nonché soluzioni per torni plurimandrino fino a 8 mandrini, disponendo oltre che di caricatori integrati, anche di caricatori a retroricarica per fasci tubieri.

IEMCA offre una gamma di servizi estremamente qualificati in qualsiasi parte del mondo grazie ad una presenza globale. Oltre al quartier generale,



Figura 2.2: Modello A, il primo caricatore automatico [6]

IEMCA dispone di filiali produttive in Cina e Taiwan, di filiali commerciali in USA, Francia, Germania, Brasile e Giappone, nonché di partner commerciali che operano in 30 paesi dal Nord Europa al Sud Africa, dalla Corea del Sud all'India, dalla Turchia all'Australia.



Figura 2.3: IEMCA nel mondo [6]

2.2.1 Mix produttivo

Il mix produttivo prevede 5 famiglie di caricatori: Boss (disponibile in 3 versioni), Super (disponibile in due versioni), Ideal (disponibile in 1 versione), Steady (disponibile in 3 versioni), Advantage (disponibile in 2 versioni). Per affinità costruttive e quantità richieste, si sono accorpate le famiglie di caricatori nelle due linee di assemblaggio come segue:

- Assembly Line 1: Boss, Ideal, Advantage
- Assembly Line 2: Super, Steady

FAMILIES	Q 2017	Q 2018	delta%
BOSS	518	549	5,984556
SUPER	503	585	16,30219
IDEAL	22	50	127,2727
STEADY	122	108	-11,4754
ADVANTAGE	40	54	35
totale	1205	1346	11,70124

Figura 2.5: Ordini evasi 2017 e budget 2018 per modello

ASSEMBLY LINE	FAMILIES	Q 2017	Q 2018	delta%
AL 1	BOSS, IDEAL, ADVANTAGE	580	653	12,586207
AL 2	SUPER, STEADY	625	693	10,88

Figura 2.6: Ordini evasi 2017 e budget 2018 per famiglia

Nelle tabelle seguenti sono indicate le quantità degli ordini evasi nel 2017 e le quantità target del 2018 per ogni famiglia di prodotto. Si possono notare diversi aspetti:

- Si prevede una leggera crescita degli ordini evasi (anche se è bene inserire questo dato nel contesto di un mercato piuttosto altalenante);
- Boss e Super rappresentano più dell' 84 % della produzione;
- Il carico di lavoro sulle due linee di assemblaggio risulta bilanciato.



Figura 2.7: Modello Boss

Andiamo ora a vedere le principali differenze ed affinità tra i diversi modelli di caricatori automatici, fattori utili a capire la composizione delle famiglie.

Il Boss (fig. 2.7) consente una notevole versatilità di utilizzo ed elevate velocità di rotazione in fase di lavorazione. Permette infatti di alimentare il tornio automatico con barre a sezione cilindrica di diametro compreso tra i 5 e i 51 mm, oppure a sezione esagonale di diametro compreso tra i 5 e i 44 mm. Il ciclo di lavoro si programma in maniera semplice grazie ad un'interfaccia PLC; l'utilizzo di un motore a corrente continua controllato elettronicamente consente la selezione precisa della velocità di alimentazione desiderata e degli altri parametri del ciclo di lavoro. Questo modello risulta essere il più venduto, sia da Gimco che da IEMCA.

Il modello Ideal (fig. 2.8) è più compatto del Boss, ma consente un range inferiore per quanto riguarda i diametri lavorabili (4 - 38 mm per barre cilindriche, 4 - 27 mm per barre esagonali). Il controllo tramite

PLC e la costante lubrificazione delle guide, dentro le quali scorre la barra in lavorazione, consentono comunque flessibilità e alte velocità di rotazione.

L'Advantage (fig. 2.9) permette la lavorazione di barre corte (lunghezza massima di 1500 mm) a sezione cilindrica, esagonale o quadrata di diametro da 5 a 65 mm. È una macchina compatta e dai bassi consumi adatta a layout con spazio limitato.

Il modello Super (fig. 2.10) rappresenta, assieme al Boss, il core business di Gimco. È adatto a barre mediamente più sottili (3 - 26 mm per sezione cilindrica e 2 - 22 mm per sezione esagonale) di lunghezza massima compresa tra i 2500 e i 3700 mm in base alla versione installata. Come il Boss, esegue il cambio barra in 33 secondi.

Lo Steady (fig. 2.11) è progettato per barre di lunghezza compresa tra i 1200 e i 3200 mm, di diametro analogo a quelli lavorabili dal modello Super. Il cambio barra avviene in un tempo di poco superiore (38 secondi) ai modelli visti in precedenza, ma la sua compattezza e la bassa potenza installata (650 W) lo rendono una buona scelta iniziale per aziende specializzate in torneria che intendono effettuare investimenti per l'automazione in modo graduale.



Figura 2.8: Modello Ideal



Figura 2.9: Modello Advantage



Figura 2.10: Modello Super



Figura 2.11: Modello Steady

2.2.2 Layout attuale

Nella figura 2.12 è riportata l'attuale distribuzione delle aree di stoccaggio nello stabilimento (in verde le scaffalature per componenti di dimensioni contenute ed in rosa le aree utilizzate per lo stoccaggio a pavimento o su rack per componenti più ingombranti) in relazione alle aree adibite alla produzione (in rosso). Di notevole interesse risulta essere l'ampia area di stoccaggio di fronte all'ingresso/uscita dello stabilimento poiché, come vedremo dalle analisi più approfondite nei prossimi paragrafi, tale zona è uno snodo fondamentale sia per il flusso dei codici in ingresso, sia per quello dei prodotti finiti in uscita.

2.2.3 Criticità

L'analisi della situazione attuale si è basata su dati relativi alla produzione e all'utilizzo delle linee di assemblaggio e delle aree di stoccaggio forniti dal Plant Manager di Gimco Raich Wang, oltre che su fotografie e testimonianze dirette di Andrea Drei, Process Engineering Manager di IEMCA, e Marco Corsi, Purchasing Manager di IEMCA, i quali han-

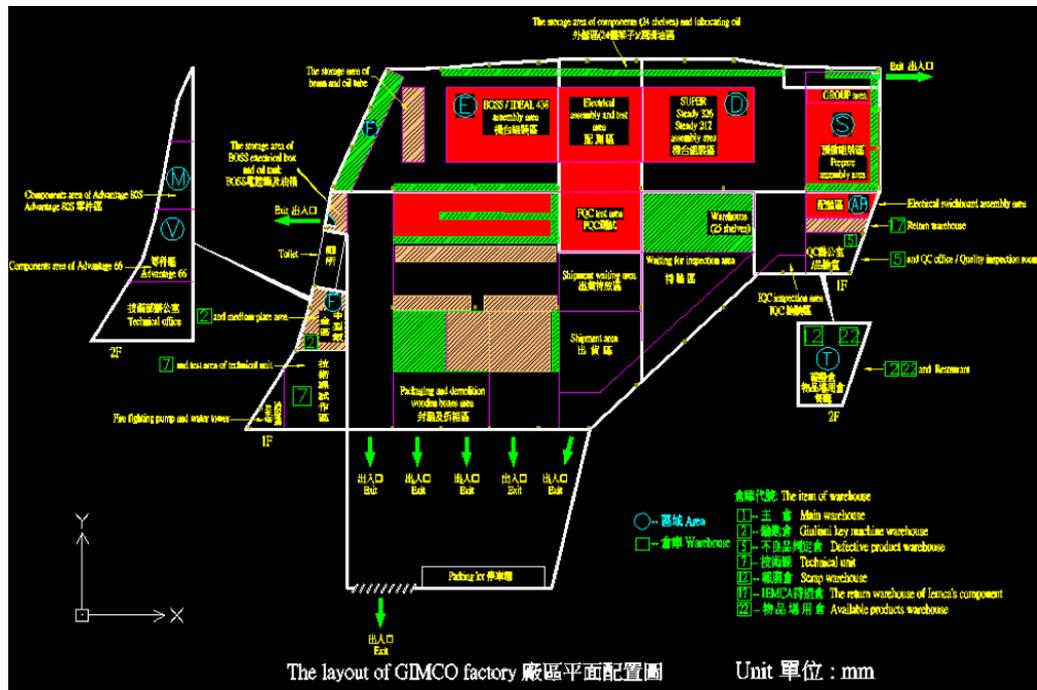


Figura 2.12: Analisi delle aree di stoccaggio

no avuto modo di osservare la situazione sul campo nei mesi precedenti al mio studio. Da tali informazioni sono emerse diverse criticità:

- le aree destinate alle linee di assemblaggio sono vicine alla saturazione (tale aspetto consentirebbe poca flessibilità nella gestione di picchi della domanda);
- quantità dei componenti a scorta non ottimizzate;
- aree di stoccaggio non ottimizzate (in particolare è poco sfruttato lo spazio “in altezza” e alcuni punti risultano di difficile accesso per il carrello elevatore);
- l’ingresso dei materiali e la spedizione dei prodotti finiti non avvengono in zone distinte (tale aspetto può condurre al rischio di congestione del traffico nell’area di ingresso/uscita);
- la forma in pianta dello stabilimento non è regolare, e quindi di difficile gestione;

- difficoltà nelle operazioni di carico/scarico sul lato sinistro dell'accesso allo stabilimento a causa di una tettoia che ostacola l'accesso dei veicoli.

2.3 Obiettivi e vincoli

2.3.1 Obiettivi

L'analisi di fattibilità condotta è volta al conseguimento di tre principali obiettivi:

- incrementare l'area disponibile alle attività di assemblaggio e la capacità produttiva;
- ridurre la superficie destinata allo stoccaggio dei componenti e dei semilavorati ottimizzandone l'utilizzo;
- ottimizzare il flusso dei materiali e la gestione degli operatori addetti al montaggio.

Da questi risultati si auspicano ricadute positive anche sulla flessibilità nella gestione delle oscillazioni della domanda, sulla riduzione del lead time di attraversamento e sulla minimizzazione del capitale immobilizzato.

2.3.2 Vincoli

L'intero progetto deve tener conto di una serie di aspetti, sia di tipo tecnico che di tipo economico:

- non è possibile prevedere costose modifiche strutturali allo stabilimento (ad esempio non è possibile l'acquisto e l'installazione di un carroponte aggiuntivo);

- il magazzino principale (warehouse), composto da 25 scaffalature più alte di quelle presenti a bordo linea, non può essere spostato;
- l'*IQC inspection area* risulta correttamente ubicata nei pressi del magazzino principale, quindi anche la sua ubicazione può non essere modificata;
- *reception area* e *shipment area* sono necessariamente collocate in prossimità dell'unico accesso allo stabilimento;
- il carroponte agisce solo su una parte del layout, attualmente coincidente con le linee di assemblaggio e l'*FQC area*;
- è necessario prevedere l'esistenza di un buffer per i prodotti finiti (*shipment waiting area*). Tale area dovrà essere dimensionata considerando che i caricatori possano sostarvi anche per una settimana prima di essere spediti al cliente.

2.4 Ricerca delle possibili soluzioni

Applicando il *metodo del valore massimo totale* introdotto nel Capitolo 1 per ricavare l'ordine di inserimento dei reparti/attività più adatto, si è giunti alla definizione di quattro diverse alternative di layout. Prima di entrare nel dettaglio delle soluzioni ottenute è bene specificare il criterio di assegnazione dei valori numerici associati ad un giudizio che esprime il legame di vicinanza tra i reparti. Si faccia riferimento alle tabelle 2.13 e 2.14.

Come punto di partenza per l'applicazione dell'algoritmo iterativo si sono considerati i reparti le cui ubicazioni risultavano già assegnate secondo i vincoli descritti in precedenza (*warehouse*, *IQC inspection area*, *reception area* e *shipment area*). La scelta del *metodo del valore massimo totale* rispetto alle altre possibilità è dettata dallo scarso bilanciamento tra i legami di vicinanza tra i vari reparti. In particolare

dalla tabella dei rapporti si può notare come le due linee di assemblaggio siano strettamente legate all'area destinata al montaggio dei gruppi, alle zone per lo stoccaggio delle travi e dei carter per l'olio e alla *shipment waiting area*.

2.4.1 Soluzione 1

Linee guida: incremento della superficie destinata alle operazioni di assemblaggio, non alterazione delle aree destinate allo stoccaggio, distinzione netta tra *in* e *out* di componenti e prodotti finiti.

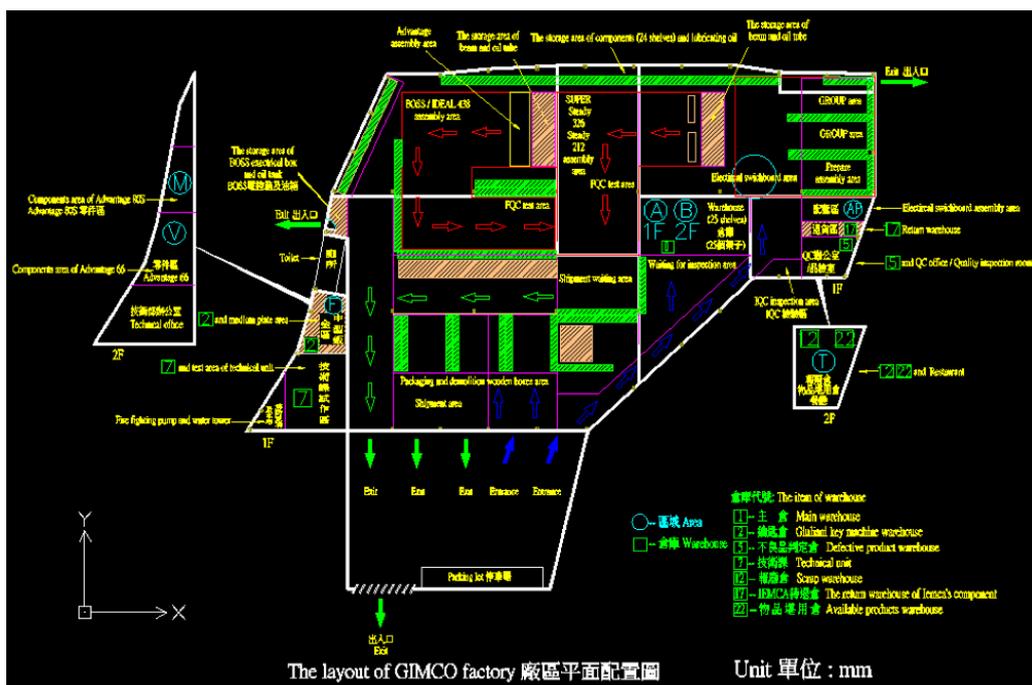


Figura 2.15: Layout previsto dalla soluzione 1

Dopo aver inserito i reparti secondo l'algoritmo LRP e seguendo i criteri appena descritti si è ottenuto una soluzione di layout con le seguenti caratteristiche:

- Le zone destinate all’ingresso dei materiali e all’uscita dei prodotti finiti sono fisicamente distinte;
- Il flusso dei materiali segue un macro-percorso circolare in senso antiorario;
- Le due *group areas* sono state unite in un unico reparto caratterizzato da una superficie maggiore e più vicino alla *warehouse*;
- Le due *electrical swichboard assembly area* sono state unite in un unico reparto più vicino alla *warehouse*;
- La *assembly line 1* è progettata con una classica forma ad “U” e l’inizio della linea è stato spostato dal lato opposto rispetto alla situazione attuale, più vicino al magazzino;
- La *assembly line 2* è progettata secondo una forma ad “L”;
- Una zona adibita al montaggio del modello *Advantage* (basse quantità richieste) è posizionata all’inizio dell’*assembly line 1*;
- Il *Final Quality Control* è svolto direttamente alla fine delle due linee di assemblaggio;
- Il buffer per i prodotti finiti (*shipment waiting area*) è condiviso dalle due linee di assemblaggio;
- Le scaffalature sono posizionate diversamente rispetto alla situazione attuale poichè costeggiano e delimitano le nuove linee di assemblaggio;
- Scaffalature e rack dell’area di stoccaggio davanti all’ingresso sono posizionati in modo da consentire il passaggio del carrello elevatore.

Analisi delle aree per l’assemblaggio

Attraverso il software CAD 2D DraftSight si è potuto stimare il rapporto tra le superfici attualmente disponibili per la produzione e quelle

previste dalla soluzione 1. Dal grafico 2.17 si evince che il nuovo layout consentirebbe un sostanziale incremento delle aree relative alle linee di assemblaggio dei caricatori e un aumento, importante se pur minore, della superficie per la preparazione dei gruppi e dei pre-assemblaggi elettrici.

NOME AREA	SUPERFICIE INIZIALE [m ²]	SUPERFICIE SOLUZIONE 1 [m ²]	DELTA%
AL1	205	356	73,658537
AL2	205	325	58,536585
GROUP + PREPARE ASSEMBLY AREA	248	278	12,096774

Figura 2.16: Analisi delle aree

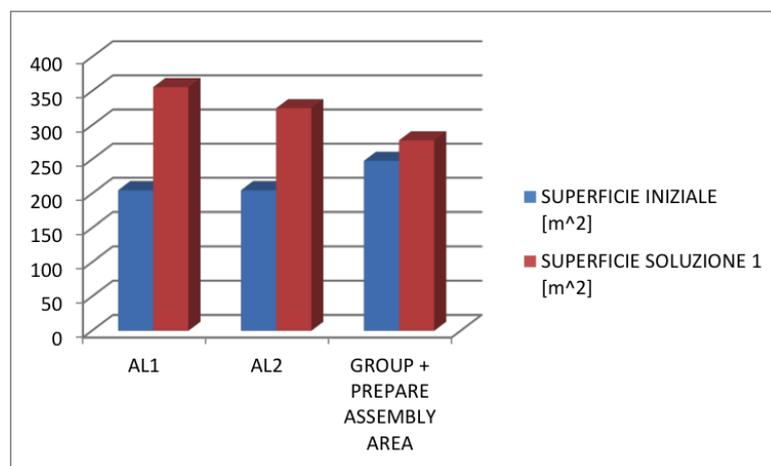


Figura 2.17: Confronto tra le aree di partenza e quelle della soluzione 1

Pro e contro qualitativi

Oltre ad aspetti quantitativi legati al dimensionamento delle aree è bene effettuare considerazioni di tipo qualitativo poiché le scelte fatte potrebbero ridurre o aumentare il rischio di congestioni del traffico o agevolare determinate attività a discapito di altre. I principali vantaggi legati alla soluzione 1 risultano essere:

1. minimo impatto sul layout attuale (spostamento scaffalature e aggiornamento segnaletica);

2. movimentazioni tramite carroponte (lente) sensibilmente ridotte;
3. riduzione distanza tra *warehouse* e *group area*;
4. eventuale margine per ridurre la *group/electrical swichboard assembly area*;
5. netta distinzione tra ingresso ed uscita.

Gli svantaggi più gravosi derivanti da questa ipotesi sono:

1. percorso dei caricatori in uscita più lungo e non rettilineo;
2. *shipment waiting area* non adiacente a *shipment area*;
3. uscita dei caricatori dal lato “scomodo” dal punto di vista della facilità di carico;
4. assenza del carroponte sulla seconda metà della linea AL1 (anche se teoricamente non dovrebbe servire);
5. dedicando l’area antistante l’ingresso allo stoccaggio dei materiali, se pur ottimizzato, il traffico potrebbe facilmente congestionarsi.

2.4.2 Soluzione 2

Linee guida: incremento della superficie destinata alle operazioni di assemblaggio, linee di assemblaggio a configurazione rettilinea, parziale riduzione delle aree destinate allo stoccaggio dei codici in ingresso, distinzione netta tra *in* e *out* di componenti e prodotti finiti.

Dopo aver inserito i reparti secondo l’algoritmo LRP e seguendo i criteri appena descritti si è ottenuto una soluzione di layout con le seguenti caratteristiche:

- Le zone destinate all’ingresso dei materiali e all’uscita dei prodotti finiti sono fisicamente distinte;

- Le scaffalature sono posizionate diversamente rispetto alla situazione attuale poichè costeggiano e delimitano le nuove linee di assemblaggio;
- Scaffalature e rack dell'area di stoccaggio davanti all'ingresso sono posizionati in modo da consentire il passaggio del carrello elevatore;
- *Assembly line 2* è dedicata all'assemblaggio del *Super*.

Analisi delle aree per l'assemblaggio

Come previsto dagli obiettivi, le aree destinate alle lavorazioni (assemblaggi) risultano incrementate rispetto alla situazione attuale. In particolare le aree destinate alle linee riceverebbero un aumento percentuale considerevole, pari al 104% per AL1 (più che raddoppiata) e 36% per AL2. Questo aspetto consentirebbe l'introduzione di un maggior numero di caricatori sulla linea e, se il numero ed il posizionamento degli operatori venisse adeguato alla nuova situazione, a parità di filosofia produttiva, la capacità produttiva risulterebbe aumentata. Il notevole incremento della superficie di AL1 rispetto a quello della superficie di AL2 permetterebbe lo spostamento dell'assemblaggio *Steady* sulla linea *Boss/Ideal/Advantage*. Questo accorgimento è dettato dalla necessità di bilanciare la produttività richiesta a ciascuna linea con l'area da essa occupata.

NOME AREA	SUPERFICIE INIZIALE [m ²]	SUPERFICIE SOLUZIONE 2 [m ²]	DELTA%
AL1	205	420	104,8780488
AL2	205	279	36,09756098
GROUP + PREPARE ASSEMBLY AREA	248	278	12,09677419

Figura 2.19: Analisi delle aree

Pro e contro qualitativi

I principali vantaggi legati alla soluzione 2 risultano essere:

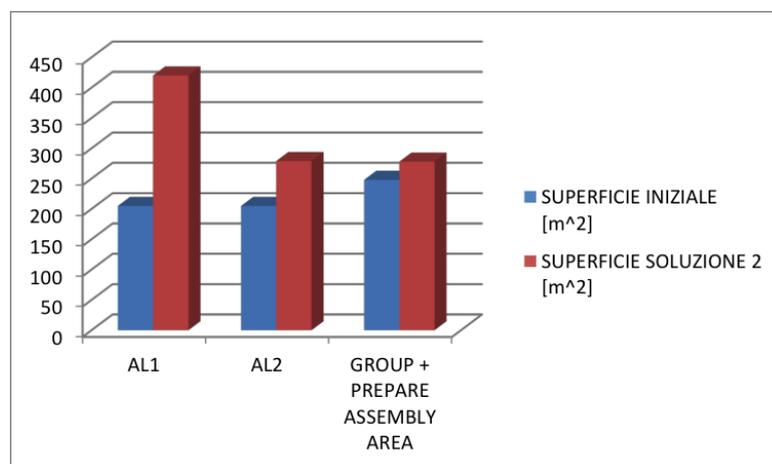


Figura 2.20: Confronto tra le aree di partenza e quelle della soluzione 2

1. minimo impatto sul layout attuale (spostamento scaffalature e aggiornamento segnaletica);
2. movimentazioni tramite carroponte (lente) sensibilmente ridotte;
3. riduzione distanza tra *warehouse* e *group area*;
4. eventuale margine per ridurre la *group/electrical swichboard assembly area*;
5. netta distinzione tra ingresso ed uscita;
6. percorso dei caricatori in uscita rettilineo;
7. *shipment waiting area* adiacente a *shipment area*;
8. disponibilità del carroponte lungo tutta la AL1;
9. Stock a bordo linea AL2 per i componenti di grandi dimensioni più vicino all'area di stoccaggio ubicata all'ingresso (dove vengono stoccate travi, carter, sportelli).

Gli svantaggi più gravosi derivanti da questa ipotesi sono:

1. riduzione area di stoccaggio davanti all'ingresso per posizionamento *shipment waiting area*;

2. uscita dei caricatori dal lato “scomodo” dal punto di vista della facilità di carico;
3. assenza del carroponete sulla seconda metà della linea AL2 (anche se teoricamente non dovrebbe servire);
4. dedicando l’area antistante l’ingresso allo stoccaggio dei materiali, se pur ottimizzato, il traffico potrebbe facilmente congestionarsi.

2.4.3 Soluzione 3

Linee guida: incremento della superficie destinata alle operazioni di assemblaggio, non alterazione delle aree destinate allo stoccaggio, distinzione netta tra *in* e *out* di componenti e prodotti finiti.

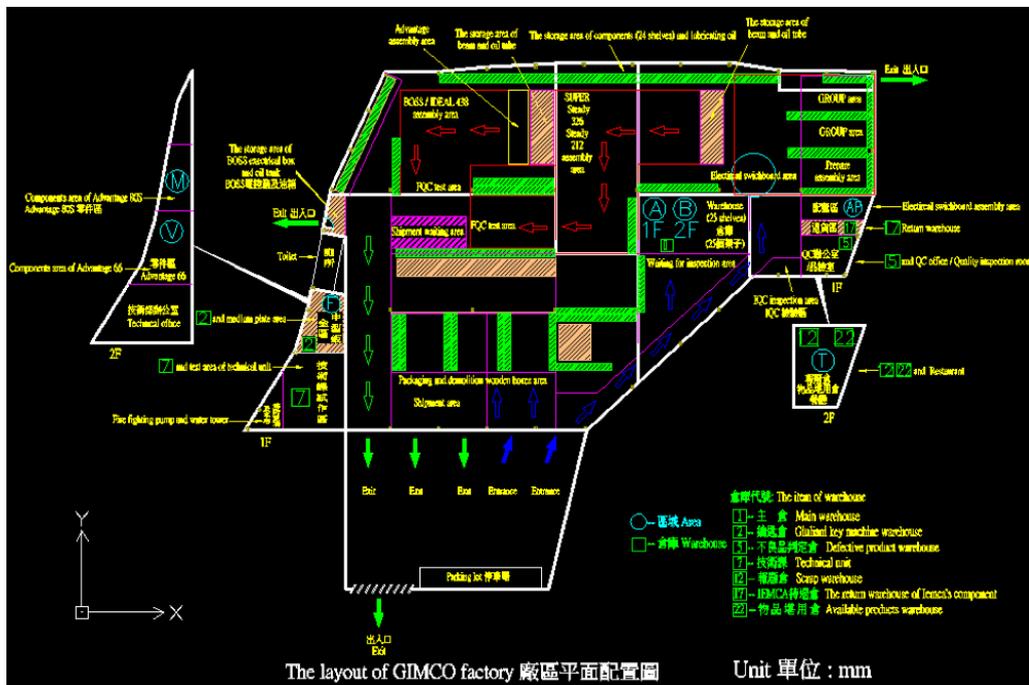


Figura 2.21: Layout previsto dalla soluzione 3

Dopo aver inserito i reparti secondo l'algoritmo LRP e seguendo i criteri appena descritti si è ottenuto una soluzione di layout con le seguenti caratteristiche:

- Le zone destinate all'ingresso dei materiali e all'uscita dei prodotti finiti sono fisicamente distinte;
- Il flusso dei materiali segue un macro-percorso circolare in senso antiorario;
- Le due *group areas* sono state unite in un unico reparto caratterizzato da una superficie maggiore e più vicino alla *warehouse*;
- Le due *electrical swichboard assembly area* sono state unite in un unico reparto più vicino alla *warehouse*;
- *Assembly line 1* e *assembly line 2* non sono in configurazione rettilinea;
- Una zona adibita al montaggio del modello *Advantage* (basse quantità richieste) è posizionata all'inizio dell'*assembly line 1*;
- Il *Final Quality Control* è svolto direttamente alla fine delle due linee di assemblaggio;
- Il buffer per i prodotti finiti (*shipment waiting area*) è condiviso dalle due linee di assemblaggio;
- Le scaffalature sono posizionate diversamente rispetto alla situazione attuale poichè costeggiano e delimitano le nuove linee di assemblaggio;
- Scaffalature e rack dell'area di stoccaggio davanti all'ingresso sono posizionati in modo da consentire il passaggio del carrello elevatore;
- *Assembly line 1* è dedicata all'assemblaggio di *Boss* ed *Advantage*.

Analisi delle aree per l'assemblaggio

Come previsto dagli obiettivi, le aree destinate alle lavorazioni (assemblaggi) risultano incrementate rispetto alla situazione attuale. In particolare le aree destinate alle linee riceverebbero un aumento percentuale considerevole, pari al 2% per AL1 e 88% per AL2. Questo aspetto consentirebbe l'introduzione di un maggior numero di caricatori sulla linea e, se il numero ed il posizionamento degli operatori venisse adeguato alla nuova situazione, a parità di filosofia produttiva, la capacità produttiva risulterebbe aumentata. Il notevole incremento della superficie di AL2 rispetto a quello della superficie di AL1 permetterebbe lo spostamento dell'assemblaggio *Ideal* sulla linea *Super/Steady*. Questo accorgimento è dettato dalla necessità di bilanciare la produttività richiesta a ciascuna linea con l'area da essa occupata.

NOME AREA	SUPERFICIE INIZIALE [m ²]	SUPERFICIE SOLUZIONE 3 [m ²]	DELTA%
AL1	205	209	1,951219512
AL2	205	386	88,29268293
GROUP + PREPARE ASSEMBLY AREA	248	278	12,09677419

Figura 2.22: Analisi delle aree

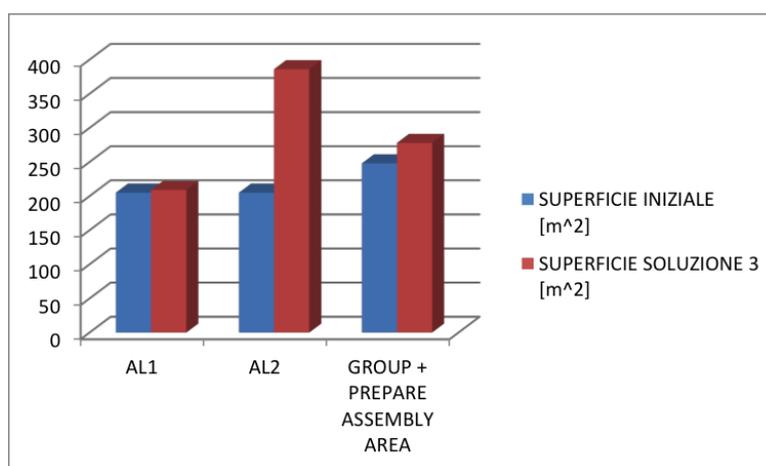


Figura 2.23: Confronto tra le aree di partenza e quelle della soluzione 3

Pro e contro qualitativi

I principali vantaggi legati alla soluzione 3 risultano essere:

1. minimo impatto sul layout attuale (spostamento scaffalature e aggiornamento segnaletica);
2. movimentazioni tramite carroponte (lente) sensibilmente ridotte;
3. riduzione distanza tra *warehouse* e *group area*;
4. eventuale margine per ridurre la *group/electrical swichboard assembly area*;
5. netta distinzione tra ingresso ed uscita;
6. percorso dei caricatori in uscita rettilineo;
7. disponibilità del carroponte lungo tutta la AL1.

Gli svantaggi più gravosi derivanti da questa ipotesi sono:

1. *shipment waiting area* lontana dalla *shipment area*;
2. uscita dei caricatori dal lato "scomodo" dal punto di vista della facilità di carico;
3. assenza del carroponte sulla seconda metà della linea AL2 (anche se teoricamente non dovrebbe servire);
4. dedicando l'area antistante l'ingresso allo stoccaggio dei materiali, se pur ottimizzato, il traffico potrebbe facilmente congestionarsi.

2.4.4 Soluzione 4

Linee guida: incremento della superficie destinata alle operazioni di assemblaggio, riduzione delle aree destinate allo stoccaggio, *shipment waiting area* adiacente alla *shipment area*, *in* e *textitout* sovrapposti e localizzati sul lato agevole per le operazioni di carico e scarico, creazione di una *open space area* di fronte all'ingresso/uscita allo scopo di

evitare congestioni del flusso dei materiali.

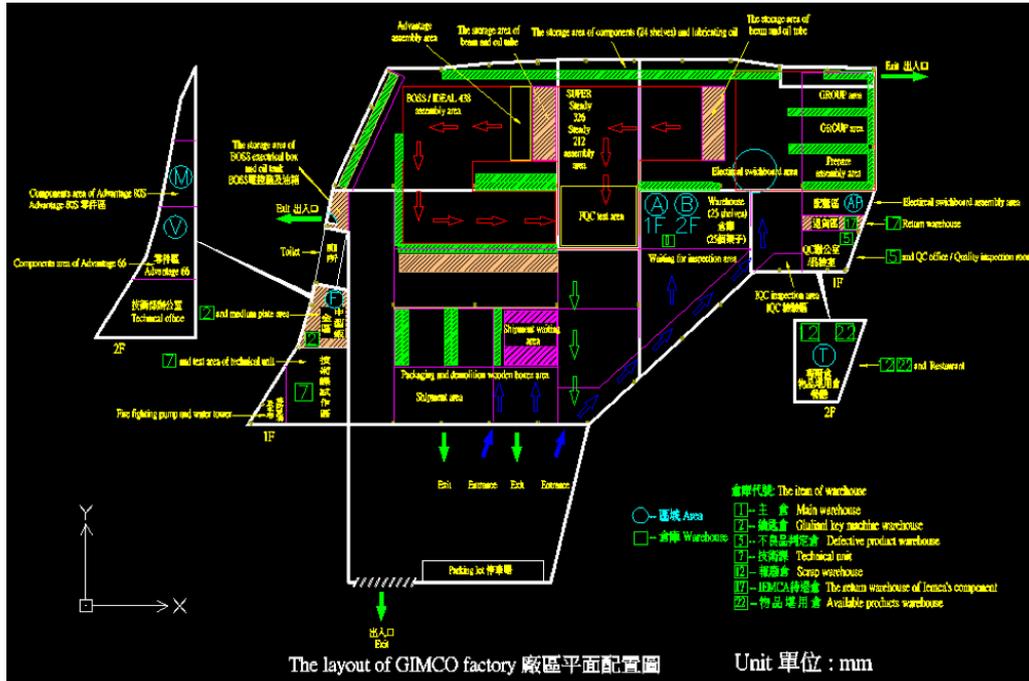


Figura 2.24: Layout previsto dalla soluzione 4

Dopo aver inserito i reparti secondo l'algoritmo LRP e seguendo i criteri appena descritti si è ottenuto una soluzione di layout con le seguenti caratteristiche:

- Le zone destinate all'ingresso dei materiali e all'uscita dei prodotti finiti non sono fisicamente distinte;
- Il flusso dei materiali segue un macro-percorso circolare in senso antiorario;
- Le due *group areas* sono state unite in un unico reparto caratterizzato da una superficie maggiore e più vicino alla *warehouse*;
- Le due *electrical swichboard assembly area* sono state unite in un unico reparto più vicino alla *warehouse*;

- La *assembly line 1* è progettata con una classica forma ad “U” e l’inizio della linea è stato spostato dal lato opposto rispetto alla situazione attuale, più vicino al magazzino;
- La *assembly line 2* è progettata secondo una forma ad “L”;
- Una zona adibita al montaggio del modello *Advantage* (basse quantità richieste) è posizionata all’inizio dell’*assembly line 1*;
- Il *Final Quality Control* è svolto direttamente alla fine delle due linee di assemblaggio;
- Il buffer per i prodotti finiti (*shipment waiting area*) è condiviso dalle due linee di assemblaggio ed è posizionato vicino alla *shipment area*;
- Le scaffalature sono posizionate diversamente rispetto alla situazione attuale poichè costeggiano e delimitano le nuove linee di assemblaggio;
- Scaffalature e rack dell’area di stoccaggio davanti all’ingresso sono posizionati in modo da consentire il passaggio del carrello elevatore;
- Lo stoccaggio del materiale nell’area di fronte all’ingresso è sensibilmente ridotto per consentire la presenza di un’*open space area* il cui scopo è quello di ridurre la probabilità di congestione dei flussi in ingresso/uscita.

Analisi delle aree per l’assemblaggio

Come previsto dagli obiettivi, le aree destinate alle lavorazioni (assemblaggi) risultano incrementate rispetto alla situazione attuale. In particolare le aree destinate alle linee riceverebbero un aumento percentuale considerevole, pari al 92% per AL1 e 37% per AL2. Questo aspetto consentirebbe l’introduzione di un maggior numero di caricatori sulla

linea e, se il numero ed il posizionamento degli operatori venisse adeguato alla nuova situazione, a parità di filosofia produttiva, la capacità produttiva risulterebbe aumentata.

NOME AREA	SUPERFICIE INIZIALE [m ²]	SUPERFICIE SOLUZIONE 4 [m ²]	DELTA%
AL1	205	394	92,19512195
AL2	205	281	37,07317073
GROUP + PREPARE ASSEMBLY AREA	248	278	12,09677419

Figura 2.25: Analisi delle aree

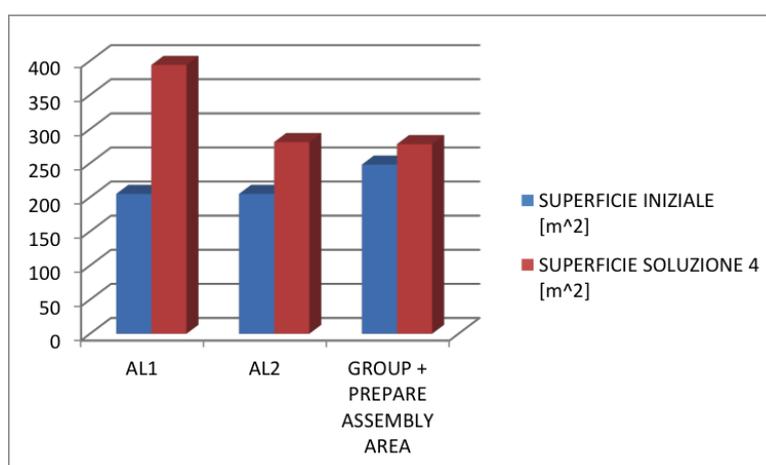


Figura 2.26: Confronto tra le aree di partenza e della soluzione 4

Pro e contro qualitativi

I principali vantaggi legati alla soluzione 4 risultano essere:

1. minimo impatto sul layout attuale (spostamento scaffalature e aggiornamento segnaletica);
2. movimentazioni tramite carroponete (lente) sensibilmente ridotte;
3. riduzione distanza tra *warehouse* e *group area*;

4. eventuale margine per ridurre la *group/electrical swichboard assembly area*;
5. buffer per i prodotti finiti ubicato in prossimità dell'area spedizioni;
6. percorso dei caricatori in uscita breve e rettilineo;
7. minore pericolo di traffico congestionato nell'area di ingresso/uscita;
8. operazioni di carico/scarico svolte sul lato agevole dell'accesso allo stabilimento.

Gli svantaggi più gravosi derivanti da questa ipotesi sono:

1. riduzione dello spazio disponibile allo stoccaggio nell'area di ingresso;
2. assenza del carro ponte sulla seconda metà della linea AL1 (anche se teoricamente non dovrebbe servire);
3. input/output coincidenti: il traffico potrebbe facilmente congestionarsi.

2.5 Approfondimento della soluzione

L'obiettivo della presente analisi è quello di elaborare una soluzione da proporre alla direzione di Gimco dopo averne verificato la fattibilità tramite un'ulteriore analisi in loco. Pertanto si è deciso di individuare nella soluzione 4 il punto di partenza da approfondire e declinare in una o più proposte. La soluzione 4 è stata scelta per i seguenti motivi:

- la criticità riguardo all'accesso difficoltoso sul lato sinistro dell'ingresso non è superabile poiché sarebbero necessari interventi strutturali, non previsti secondo i vincoli imposti da Gimco;
- la necessità di un buffer per i prodotti finiti non lontano dalla zona di uscita supera la necessità di avere una grande area di stoccaggio

all'ingresso dello stabilimento. Ne consegue una notevole riduzione della probabilità di congestione del traffico in quella zona;

- I principali punti deboli della soluzione 4 (riduzione area di stoccaggio, in/out coincidenti) possono essere superati attraverso alcuni accorgimenti che verranno sviluppati di seguito.

2.5.1 Superamento del conflitto tra input ed output

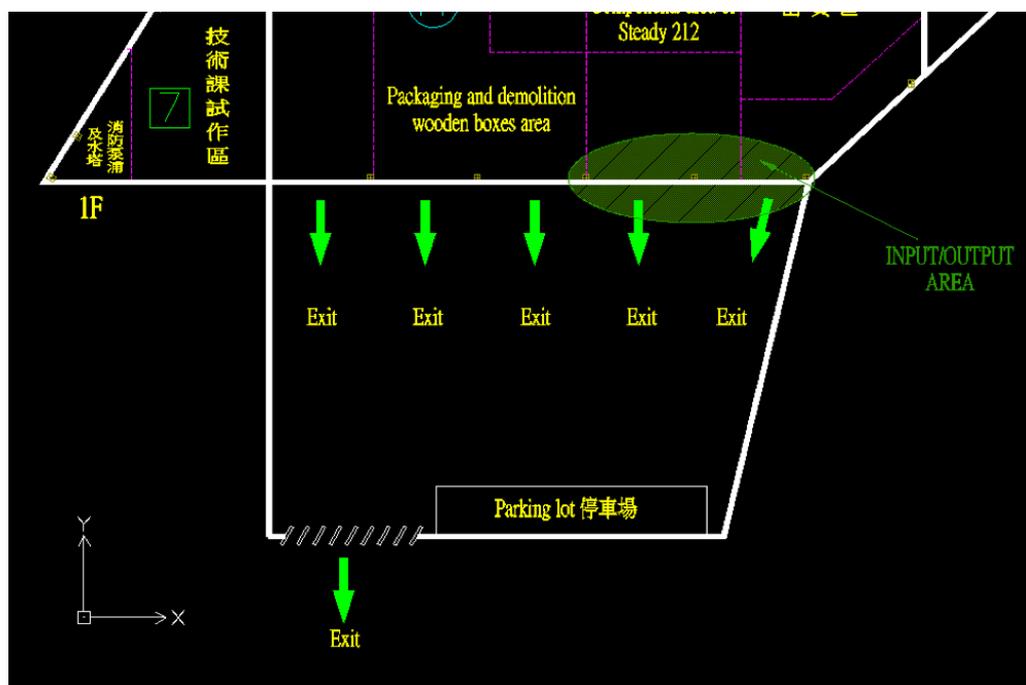


Figura 2.27: Input/Output area

Come detto, la soluzione 4 prevede ingresso ed uscita del materiale attraverso una medesima zona individuata sul lato destro dell'accesso allo stabilimento. Tale scelta potrebbe portare ad una congestione del traffico in questo tratto qualora i flussi in ingresso ed uscita non venissero previsti anticipatamente e gestiti secondo qualche criterio. Un accorgimento semplice e diffuso che risolverebbe tale problema prevede

la definizione di fasce orarie diverse nelle quali svolgere le attività di ricevimento merci e spedizione dei prodotti finiti. Ad esempio, fissare l'ingresso dei componenti durante la mattinata e l'uscita dei caricatori durante le ore pomeridiane potrebbe essere un efficace approccio di primo tentativo. A rafforzare il funzionamento di questa logica vi è anche la presenza della *shipment waiting area* che funge da buffer per i prodotti in uscita e ne evita l'accumularsi in zone non idonee. Per attuare questa semplice strategia è sufficiente accordarsi con fornitori e spedizionieri sugli orari di consegna e ritiro del materiale, ma è necessario verificare la presenza o meno di vincoli, come ad esempio la disponibilità del container per le spedizioni in uscita. In generale, sulla flessibilità dei fornitori è possibile avere più margine di manovra rispetto al caso degli spedizionieri.

2.5.2 Analisi del flusso di componenti e semilavorati e gestione delle aree di stoccaggio

Linea di Assemblaggio	Fabbisogno Annuo [pcs]	% sul fabbisogno annuo totale
AL1	12685,00	21,51604586
AL2	19951,00	33,84049121
AL1/AL2	26320,00	44,64346292
TOTALE	58956,00	100

Figura 2.28: Fabbisogno annuo di componenti per linea

Da una generica analisi dei componenti e dei premontaggi in ingresso è facile notare, come era prevedibile, che le parti destinate ad entrambe le linee sono richieste in maggiore quantità rispetto a quelle destinate alle singole linee. È invece più importante il fatto che AL2 richieda un numero di componenti maggiore di AL1 (circa 7266 pezzi/anno di differenza) che, in base al peso e all'ingombro, dovranno essere portati in linea o manualmente o mediante carrello elevatore. Alla luce di questo, trova significato il posizionamento di AL2 più vicino sia al magazzino centrale (*warehouse*), sia all'area di assemblaggio dei premontaggi

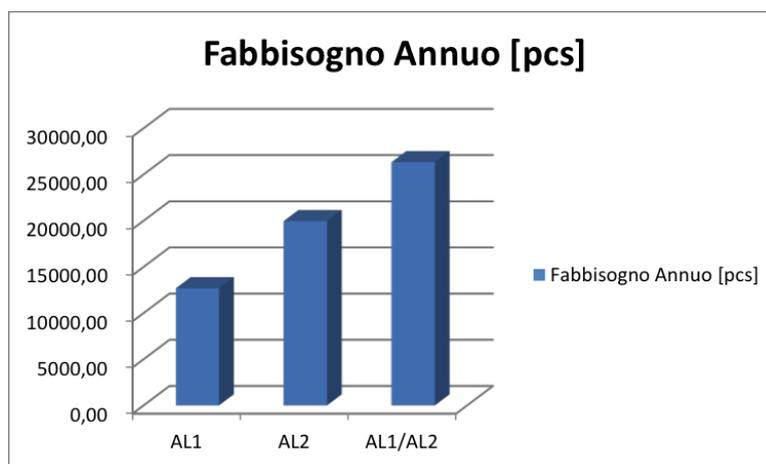


Figura 2.29: Confronto tra il fabbisogno di componenti di AL1 e AL2

meccanici ed elettrici, rispetto ad AL1. La soluzione 4 prevede una diminuzione della quantità di materiale stoccato nella zona d'ingresso, da cui deriva la necessità di aumentare la rotazione dei codici. Tale scelta risulta un obiettivo a cui tendere alla luce dei vantaggi che ne deriverebbero:

- riduzione del capitale immobilizzato;
- riduzione del rischio di danneggiamento/obsolescenza (vedi guide Boss in poliuretano che devono essere stoccate in assenza di luce solare);
- minor ingombro sul layout (e conseguente riduzione del rischio di congestionare il flusso in ingresso/uscita);
- minori movimentazioni per accedere al codice desiderato (risparmio tempo ed energia);

Come si può ottenere questo risultato? Per poter stoccare esclusivamente le quantità necessarie per la produzione a breve termine è necessario che un sistema informativo tenga traccia delle giacenze di ciascun codice e che l'ufficio acquisti provveda al riordino non appena necessario tenendo conto del lead time di approvvigionamento di ogni componen-

te. Nel caso di Gimco il software gestionale è operativo ed efficiente e il Material Requirement Planning (MRP) viene eseguito con attenzione. La vicinanza di quasi tutti i fornitori consentirebbe una frammentazione dei lotti di acquisto in più consegne legate al tasso di consumo, che permetterebbe la possibilità di ridurre le quantità a scorta per ogni componente. È bene precisare che questo approccio porterebbe probabilmente a dimensioni del singolo lotto consegnato molto lontane dall'EOQ, che terrebbe conto in modo congiunto di costi di giacenza e costi di emissione ordine e trasporto minimizzando il costo complessivo dell'approvvigionamento, ma osservando il problema da una prospettiva più ampia è chiaro come l'aumento della produttività e delle aree destinate all'assemblaggio a scapito di quelle di stoccaggio sia il reale obiettivo dello studio. La scelta suggerita, inoltre, non va necessariamente applicata a tutti i componenti: in prima approssimazione si può circoscrivere la lista dei codici in esame a quelli di grandi dimensioni, tendenzialmente stoccati sui rack o a terra (travi, carter, sportelli, basamenti, quadri elettrici, pompe), che maggiormente incidono sull'utilizzo delle aree di stoccaggio. Un discorso a parte va fatto per tutti quei componenti che Gimco acquista da IEMCA, per i quali si è stimato un lead time di approvvigionamento di circa 60 - 70 giorni dovuto principalmente al viaggio e alle attese doganali. Per questi codici si considera una scorta sempre piuttosto ampia, visto anche che in generale si tratta di codici di piccole dimensioni. Il componente più ingombrante fornito da IEMCA risulta essere la trave presente sul modello Miniboss, spedito in lotti da 10 pezzi, il cui consumo annuo è però molto basso (inferiore ai 10 pezzi).

2.5.3 Stazioni di assemblaggio e trolley per la movimentazione dei caricatori

Per poter massimizzare l'efficienza delle aree disponibili all'assemblaggio si è pensato di suddividere ciascuna linea in 6 postazioni (5 sulle AL1/AL2 e 1 nell'area comune per il collaudo) e ogni stazione di assemblaggio può contenere fino a 2 caricatori per un totale massimo di 12 caricatori presenti su ogni linea contemporaneamente. Riguardo alla gestione delle linee di assemblaggio, si valuta l'applicazione di due diverse filosofie alternative:

1. *Fixed position assembly*, soluzione meno onerosa dal punto di vista gestionale, più vicina alla situazione attuale, meno performante e flessibile.
2. *Flow assembly*, soluzione più onerosa dal punto di vista gestionale, più lontana dalla situazione attuale, più performante e flessibile.

Fixed position assembly

Applicando l'assemblaggio a punto fisso, ogni caricatore viene iniziato e completato nella medesima stazione, salvo spostamenti sporadici dovuti alla necessità di liberare le stazioni vicine allo stoccaggio di basamenti e travi (inizio linea). Non avviene uno spostamento "a cadenza imposta" che coinvolge tutte le stazioni. La conseguenza di questa scelta è che dovranno essere i diversi operatori (meccanici, elettricisti, ecc...) e i diversi componenti e attrezzature necessari in ogni fase a muoversi nei pressi del caricatore. Siccome l'attuale tempo ciclo medio per il singolo caricatore è noto (fig. 2.31), si può ricavare la frequenza con la quale un caricatore viene completato:

$$TC_{\text{Boss}} = 35\text{h}; TC_{\text{Super}} = 32\text{h};$$

N_{Boss} = Numero Boss in linea satura;

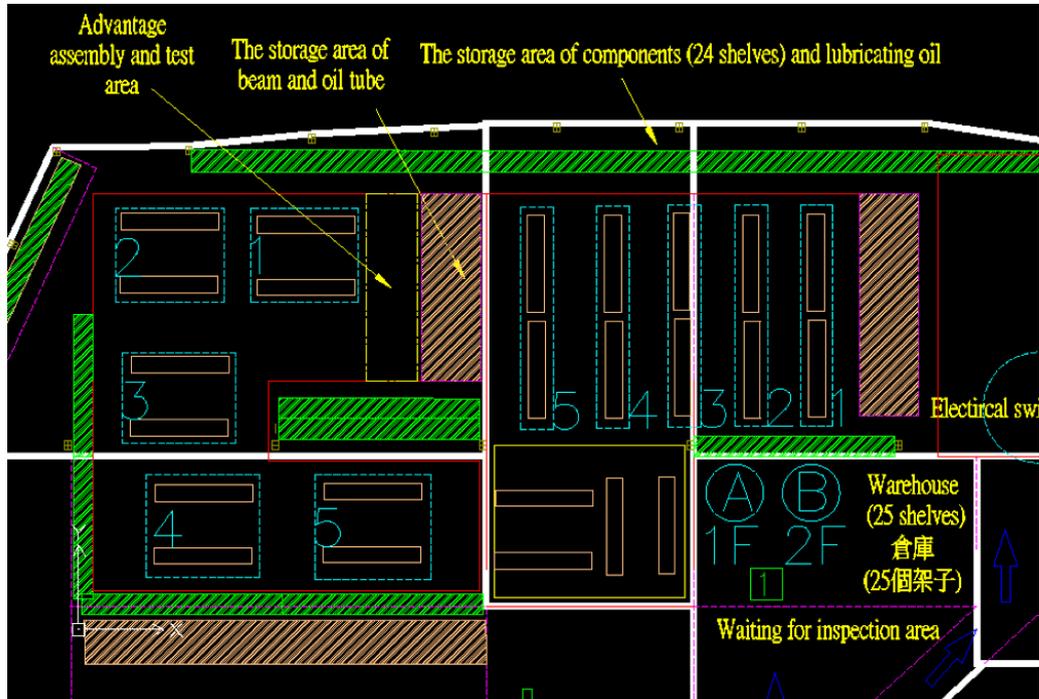


Figura 2.30: Fixed position assembly layout

Model	Average Assembly hours	Total	Total hours
BOSS 542/551	34,78	491	17.077
BOSS 325	36,00	58	2.088
IDEAL 438	38,00	50	1.900
SUPER 326/432	32,10	585	18.779
STEADY 326	31,00	65	2.015
STEADY 320	31,00	6	186
STEADY 212	40,00	37	1.480
ADVANTAGE 66	25,00	29	725
ADVANTAGE 80 (VIP-80)	38,00	25	950
OTHERS	0,00	0	
Total		1.346	45.199

Figura 2.31: Ore necessarie al montaggio dei diversi modelli

N_{Super} = Numero Super in linea satura;

quindi con la linea satura si avrà:

$$\text{Cadenza}_{\text{Boss}} = \frac{TC_{\text{Boss}}}{N_{\text{Boss}}} = \frac{35}{12} = 2,92 \text{ h/boss};$$

$$\text{Cadenza}_{\text{Super}} = \frac{TC_{\text{Super}}}{N_{\text{Super}}} = \frac{32}{12} = 2,67 \text{ h/super};$$

Da cui una produttività di 2,74 boss/giorno e 3 super/giorno, quindi 677 boss/anno e 741 super/anno per un totale di 1418 caricatori/anno (capacità produttiva che non tiene conto della zona di assemblaggio destinata agli Advantage).

Attualmente le linee di assemblaggio Gimco possono contenere fino a 7 macchine ciascuna. Svolgendo i calcoli visti in precedenza si ha:

$$\text{Cadenza attuale}_{\text{Boss}} = \frac{TC_{\text{Boss}}}{N_{\text{Boss}}} = \frac{35}{7} = 5 \text{ h/boss};$$

$$\text{Cadenza attuale}_{\text{Super}} = \frac{TC_{\text{Super}}}{N_{\text{Super}}} = \frac{32}{7} = 4,57 \text{ h/super};$$

da cui una produttività di 1,6 boss/giorno e 1,75 super/giorno, quindi 395 boss/anno e 432 super/anno per un totale di 827 caricatori/anno (tenendo presente che Available time = $247 \cdot 1 \cdot 8 = 1976 \text{ h/year}$).

La capacità produttiva delle due linee (senza considerare l'area destinata all'assemblaggio Advantage) aumenterebbe di 591 caricatori/anno, ossia di circa il 71,5%.

Flow assembly

Applicando la filosofia dell'assemblaggio a flusso il carico di lavoro viene suddiviso in diverse stazioni di assemblaggio manuale ed il prodotto viene movimentato verso la stazione successiva al termine delle opera-

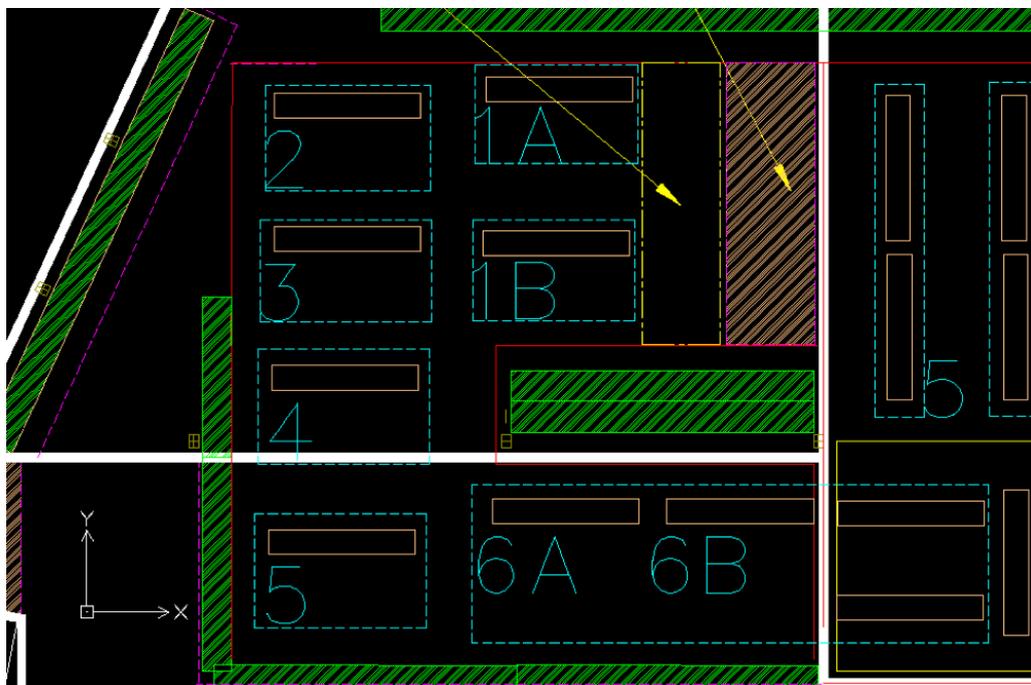


Figura 2.32: Flow assembly layout

zioni della postazione precedente. La scelta delle singole operazioni da attribuire alle diverse stazioni è molto importante poiché:

1. il carico di lavoro (in termini di tempo e fatica) deve essere bilanciato tra le diverse stazioni siccome la cadenza dell'intera linea è strettamente legata a quella della stazione più lenta, quindi lo sbilanciamento porterebbe a code localizzate nei pressi delle stazioni "collo di bottiglia";
2. gli operatori assegnati alle varie stazioni devono essere in grado di volgere tutti i *tasks* relativi ad esse (ad esempio il cablaggio del materiale elettrico richiede abilità e competenze diverse da quelle richieste per i montaggi meccanici).

Nella figure 2.33 e 2.34 si può osservare un esempio di bilanciamento che considera le principali operazioni svolte per l'assemblaggio del modello Boss in IEMCA. Poiché la sequenza di montaggio del Boss di

Gimco non differisce in maniera sostanziale, si può utilizzare questa tabella come punto di partenza per l'implementazione dell'assemblaggio a flusso nello stabilimento di Gimco. Le operazioni descritte vengono svolte in IEMCA con una cadenza della linea pari a 120 minuti, ad eccezione della postazione 1, opportunamente duplicata, per la quale sono richiesti 240 minuti.

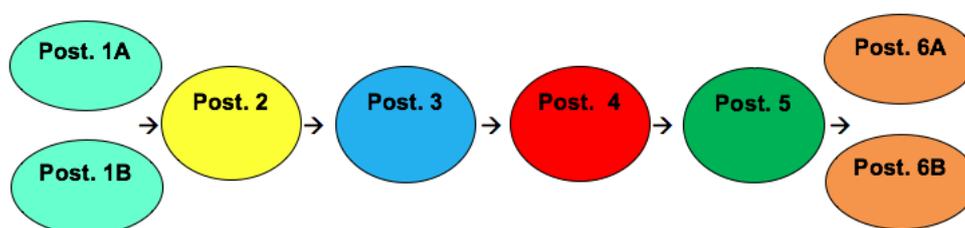


Figura 2.33: Sequenza delle stazioni di assemblaggio

POSTAZIONE 1 A/1B (240 MINUTI)	POSTAZIONE 2 (120 MINUTI)	POSTAZIONE 4 (120 MINUTI)
Sistemazione trave su Cavalletti e pulizia interna	Montaggio dispositivo introduzione estrazione. Premontaggio e montaggio pistone e leva comando listelli alzata	Montaggio supporto vasca recupero olio/ spezzone Rotazione del caricatore
Montaggio collettore Olio e raccorderia in uscita	Montaggio gruppo dispositivo intestatura	Fissaggio caricatore ai basamenti e smontaggio supporti per martinetti
Montaggio lento lamiere guidacatena	Preparazione e montaggio coltelli.	Montaggio gruppo supporto innesto estrazione e regolazione
Montaggio supporti di sollevamento	Centraggio coltelli con maschera, premontaggio pistone comando	Montaggio piastra posteriore
Montaggio lento profili guidacatena e supporti magazzino	Montaggio pistone e sportellino caduta spezzone	Montaggio gruppo choccicola, vite trapezoidale
Posiz. Completo via, bloccaggio alternato (2 persone) con verifica scorr. Carrello, bloccaggio completo	Montaggio supporti albero guide superiori (ingrassaggio)	Traggio catena, regolazione introduzione/estrazione ingrassaggio
Montaggio arresti barra (+ ingrassaggio)	Montaggio albero guide ed anelli di bloccaggio	Fissaggio pistone comando listelli alzata, piastra superiore, montaggio colonnette su piastra (riflettatura)
Montaggio gruppi listello alzata barra (premontati)	Spostamento caricatore alla III fase	Montaggio motore comando alzata guide, collegamento, montaggio lamiera di protezione
Montaggio asta fulcro bilancini completa di leve regolazione ed anelli di arresto, lamiera copri sincron.		Montaggio listelli contrasto barre e maniglie, Regolazione listelli barra con maschera
Montaggio gruppo selezione barre (premontato) e regolazione	POSTAZIONE 3 (120 MINUTI)	POSTAZIONE 5 (120 MINUTI)
Montaggio guide inferiori	Montaggio supporti guide superiori, supporto camma, leva ritorno guide, montaggio spine sui supporti	Smontaggio blocchetti guide e fissaggio maschera, centraggio gruppo portabocca
Parziale del coltello	Premontaggio e montaggio lento supporti per piastra superiore (con viti di registro)	Preparazione e montaggio completo del gruppo portabocca, centraggio con maschera
Premontaggio e montaggio listelli prolunga magazzino	Premontaggio e montaggio ammortizzatore caduta spezzone	Smontaggio maschera e rimontaggio blocchetti, fissaggio guide
Premontaggio (fiangia) e montaggio motore BRL avanzamento, montaggio pignone posteriore	Montaggio piastre superiori (anteriore e posteriore)	Preparazione e montaggio elettrovalvole, collegamento pneumatico completo
Montaggio catena, fissaggio carrello, montaggio profilo guidacatena posteriore	Montaggio supporti per angolari ed angolari per contrasto superiore	Collegamento aria per controllo impianto/ funzionalità
Montaggio piastra anteriore, centraggio con maschera, spinatura, smontaggio dispositivo centr.	Premontaggio e montaggio aste chiusura guide con gruppi piastra (premontati), blocc. Piastre superiori	Montaggio tubo scarico olio e lamiera forata caduta spezzone
Montaggio particolari su piastra (bocca, colonnette, staffa)	Unione aste chiusura guide e verifica scorrimento	Montaggio raccordo piastra anteriore, carter rec. Olio (riflettatura)
Montaggio piastra rinvio anteriore, pignone e puleggia	Montaggio blocchetti chiusura guide superiori, squadretti, nullo	Spostamento caricatore alla VI fase
Montaggio completo dispositivo sincronizzazione barra fantina	Montaggio supporti per rotazione, posizionamento martinetti, rotazione del caricatore	
Montaggio encoder di regolazione	Montaggio perni e rondelle sulla trave	
Montaggio asta sincronismo e lamiera di protezione	Posizionamento vasca raccolta olio sul caricatore, montaggio guarnizioni e perni	
Spostamento caricatore alla II fase	Spostamento caricatore alla IV fase	

Figura 2.34: Bilanciamento del carico di lavoro sulle stazioni di assemblaggio della linea Boss di IEMCA

Successivamente alla fase a cadenza imposta si ha una fase a cadenza

libera che prevede il cablaggio elettrico, il montaggio guide e spingibarra e la carteratura. Per rispettare i 120 minuti scelti per la fase a cadenza, nelle postazione 6A e 6B e nella zona di collaudo agiscono contemporaneamente 5 elettricisti ed un 1 meccanico.

Nello stabilimento di Faenza questa configurazione della linea Boss garantisce l'uscita di 4 macchine al giorno ed è modificabile in maniera flessibile a seconda della produttività richiesta, potendo gestire un ritmo produttivo che va da un minimo di 2,5 macchine/giorno ad un massimo di 6 macchine/giorno.

La medesima linea applicata al caso Gimco non permetterebbe l'upgrade che IEMCA effettua per produrre 5 o 6 macchine al giorno a causa dello spazio considerevolmente inferiore, ma tenendo presenti i volumi produttivi richiesti è improbabile che si verifichi la necessità di produrre più di 4 Boss al giorno. Ipotizzando, per semplicità, tempi di completamento delle operazioni analoghi tra montatori italiani e taiwanesi, si avrà la produttività nominale della linea pari a 4 macchine/giorno, quindi 988 macchine/anno, da confrontare con le 677 macchine/anno che garantirebbe la AL1 nella configurazione con assemblaggio a postazione fissa.

Qualora la cadenza di 1 macchina ogni 120 minuti risultasse troppo stringente e la probabilità di mancato completamento fosse eccessivamente alta, si potrebbe incrementare il tempo disponibile per ogni stazione del 25% (percentuale ottenuta dal rapporto fra la differenza del tempo ciclo medio per ottenere il caricatore Boss rispettivamente in IEMCA e Gimco ed il tempo ciclo del Boss assemblato in IEMCA) ottenendo una cadenza di 1 caricatore ogni 150 minuti, che porterebbe al completamento di 3,2 macchine al giorno, quindi circa 790 macchine all'anno ($3,2 \cdot 247 = 790,4$). Risulta evidente che, anche con un ritmo meno serrato rispetto a quello tenuto in IEMCA, la capacità produttiva della linea sia ampiamente sufficiente per coprire la richiesta (la quale si aggira attualmente tra i 500 e i 550 Boss all'anno). Dal momento che gli

operatori assegnati alle diverse stazioni si specializzeranno su una certa sequenza di operazioni relative all'assemblaggio del Boss, è chiaro che l'assemblaggio dell'Ideal a cadenza nelle medesime stazioni potrebbe diventare scomodo e risultare una fonte di spreco. Per ovviare a ciò si potrebbe svolgere l'assemblaggio dell'Ideal a postazione fissa, nell'area già destinata all'assemblaggio Advantage. Sapendo che il Tempo Ciclo medio di Ideal ed Advantage è di 38 ore, che annualmente si hanno a disposizione 1976 ore (senza considerare straordinari) e che nell'area assegnata si possono assemblare 2 caricatori contemporaneamente, si ha che la capacità produttiva di Advantage ed Ideal risulta:

$$Q_{\text{Advantage/Ideal}} = \frac{1976}{38} \cdot 2 = 104 \text{ pz/anno} = \text{Capacità Produttiva per Advantage/Ideal}$$

Tale quantità è sufficiente a coprire la richiesta attuale (vedi budget 2018) ed è comunque una stima conservativa che lascia spazio ad una certa flessibilità poiché il tempo medio di assemblaggio dell'Advantage66 è di 25 ore, contro le 38 di Ideal ed Advantage80 che abbiamo considerato nel precedente calcolo. Alla luce dei risultati ottenuti, è possibile stimare la capacità produttiva totale dello stabilimento. Si considerino i seguenti dati:

- assemblaggio Boss a cadenza/flusso con cadenza pari a 150 minuti/macchina, da cui:
 $Q_{\text{Boss}} = 790 \text{ Boss/anno};$
- assemblaggio Ideal ed Advantage a postazione fissa su AL1, da cui:
 $Q_{\text{Advantage/Ideal}} = 104 \text{ pz/anno};$
- assemblaggio Super e Steady a postazione fissa
 con $TC_{\text{medio}} = 32\text{h}$, da cui:
 $Q_{\text{Super/Steady}} = \frac{1976}{32} \cdot 12 = 741 \text{ pz/anno}$

Si avrà quindi:

$$Q_{\text{totale}} = Q_{\text{Boss}} + Q_{\text{Advantage/Ideal}} + Q_{\text{Super/Steady}} = 1635 \text{ pz/anno}$$

cioè 289 macchine assemblate in più rispetto alla richiesta da budget 2018, senza considerare eventuali ore di straordinario.

Qualora anche i Boss venissero assemblati a postazione fissa si avrebbe:

$$Q_{\text{Boss}} = \frac{976}{35} \cdot 12 = 677 \text{ pz/anno}$$

da cui:

$$Q_{\text{totale}} = Q_{\text{Boss}} + Q_{\text{Advantage/Ideal}} + Q_{\text{Super/Steady}} = 1522 \text{ pz/anno}$$

2.5.4 Dimensionamento delle risorse necessarie

Numero di operatori

Utilizzando il budget 2018 come riferimento è possibile stimare il tempo necessario all'assemblaggio in un anno, il quale fornirà il dimensionamento statico della risorsa operatori una volta diviso per il tempo disponibile.

<u>Model</u>	<u>Average Assembly hours</u>	<u>Total</u>	<u>Total hours</u>
BOSS 542/551	34,78	491	17.077
BOSS 325	36,00	58	2.088
IDEAL 438	38,00	50	1.900
SUPER 326/432	32,10	585	18.779
STEADY 326	31,00	65	2.015
STEADY 320	31,00	6	186
STEADY 212	40,00	37	1.480
ADVANTAGE 66	25,00	29	725
ADVANTAGE 80 (VIP-80)	38,00	25	950
OTHERS	0,00	0	
Total		1.346	45.199

Figura 2.35: Annual hour needed for assembly

La produzione avviene per 247 giorni all'anno per 1 turno al giorno da 8 ore, quindi:

Tempo disponibile = $247 \cdot 1 \cdot 8 = 1976$ h/anno;

$$\text{Numero di operatori} = \frac{\text{Temporichiesto}}{\text{Tempodisponibile}} = \frac{45199}{1976} = 22.87$$

Sapendo attualmente sono impiegati 23 operatori ci si rende immediatamente conto che la risorsa è appena sufficiente a coprire il budget, precisamente con un coefficiente di utilizzo del 99.4%. È bene tenere presente, però, che l'assunzione di o meno di nuovi operatori deve tener conto delle future prospettive dell'azienda e dell'andamento dei mercati; qualora questi risultassero altalenanti o il trend di vendita risultasse decrescente, la scelta ottimale potrebbe essere quella di mantenere un basso numero di operatori e sfruttare le ore di straordinario se dovessero verificarsi sporadici picchi di domanda.

Numero di trolley

Sia per quanto riguarda la scelta dell'assemblaggio a postazione fissa, sia nel caso di assemblaggio a flusso, risulta fondamentale l'utilizzo di un sistema di movimentazione dei caricatori. Le relativamente basse quantità richieste e la varietà di modelli che costituiscono il mix produttivo suggeriscono una soluzione che non richieda alti costi di investimento e che garantisca un'elevata flessibilità, a scapito dell'efficienza in termini di produttività. Per questo motivo, adottando la tecnica attualmente in uso in IEMCA per la movimentazione di caricatori di piccole e medie dimensioni, si è deciso di utilizzare dei carrelli (o *trolley*) posti sotto i basamenti delle macchine allo scopo di concederle

la traslazione sul piano e la rotazione attorno ad uno dei due “piedi”. La tabella seguente mostra le cinque tipologie di trolley attualmente utilizzate da Gimco con le rispettive dimensioni e quantità. Basandosi su mix produttivo e quantità richieste è facile verificare che il modello di trolley più richiesto è il *type 1*, dal momento che il suo utilizzo è destinato a Boss, Ideal ed Advantage. Assumendo di avere 14 caricatori di queste tipologie sulla linea satura (12 + 2 Advantage) e 10 stoccati nella *shipment waiting area*, possiamo considerare 24 *type 1* trolleys. Dal momento che la disponibilità ammonta a 32 si può dire che la quantità attualmente presente soddisfa la richiesta della produzione e non risulta quindi necessario procedere all'acquisto o alla fabbricazione di nuovi carrelli.

Nonostante la loro semplicità costruttiva i trolley necessitano di ispezioni ed eventuali interventi di manutenzione periodici. In particolare è molto importante che il sistema di bloccaggio delle ruote venga mantenuto efficiente per evitare movimenti indesiderati durante l'assemblaggio.

Un futuro miglioramento di questa soluzione potrebbe prevedere la progettazione di un'unica tipologia di carrello adatta a tutti i modelli del mix produttivo, in modo da poter velocizzare la scelta del trolley rispetto al caricatore ed agevolarne il flusso all'interno dello stabilimento.

Con il dimensionamento statico delle risorse si è conclusa la stesura “a distanza” dell'analisi di fattibilità. Le modifiche apportate al progetto di ottimizzazione durante la trasferta a Taiwan, in collaborazione col Plant Manager Raich Wang e con i responsabili dei vari reparti produttivi, saranno argomento centrale del capitolo seguente.

No.	Kind and Photo	Size (mm)	Which bar feeder use	Quantity
1		1055x625	BOSS x1 IDEAL 438 x1 ADVANTAGE 805 x1 ADVANTAGE 66 x1	32 EA
2		723x627	BOSS x1 IDEAL 438 x1	32EA
3		630x390	SUPER 326 x2	78EA
4		630x415	STEADY 326 x2	18EA
5		500x385	STEADY 212 x2	14EA

Figura 2.36: Trolleys

Capitolo 3

Analisi sul campo e validazione del progetto

Dal 24 ottobre al 2 novembre 2018 ho avuto modo di lavorare a contatto con Raich Wang presso la sede di Gimco, sviluppando ulteriormente il progetto sulla scorta dell'esperienza pratica degli operatori di montaggio e dei loro responsabili. È importante premettere che la situazione riscontrata in Gimco è risultata molto vicina alle aspettative, a conferma che i dati e le informazioni ricevute nei mesi precedenti, salvo piccole sfumature interpretative, possono ritenersi affidabili e fedeli alla realtà.

3.1 Modifiche al layout

Si è partiti dalla *soluzione 4* nella configurazione con assemblaggio a postazione fissa in modo da rendere più graduale l'introduzione del nuovo layout, tenendo presente che l'implementazione futura del flow assembly potrà risultare comunque semplice poiché non saranno necessarie drastiche modifiche al layout.

Come si può notare in figura 3.1 e 3.2 vi sono tre importanti differenze tra la configurazione scelta e la *soluzione 4*:

1. l'area destinata allo stoccaggio delle travi e dei tubi per l'olio della linea di assemblaggio 1 è stata spostata nella posizione originale;
2. il polmone per l'attesa dei prodotti finiti è stato duplicato;
3. la linea di assemblaggio 1, in configurazione "ad U", prevede il montaggio meccanico nel ramo di andata e le operazioni di assemblaggio elettrico e collaudo nel ramo di ritorno.

Andiamo ora ad approfondire le ragioni e le conseguenze di queste scelte.

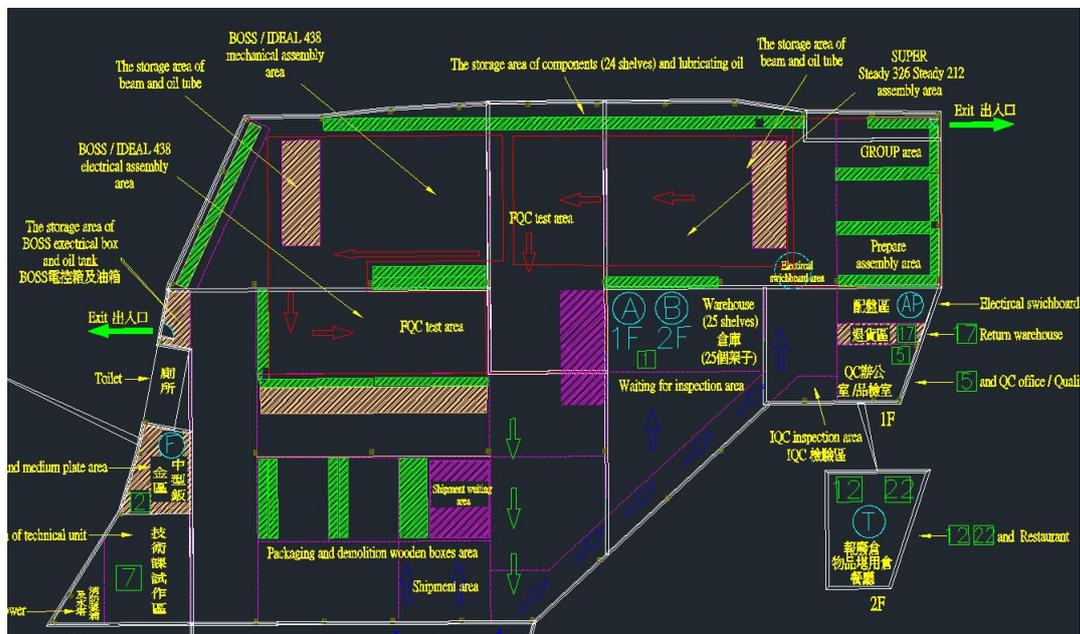


Figura 3.1: Layout della soluzione finale

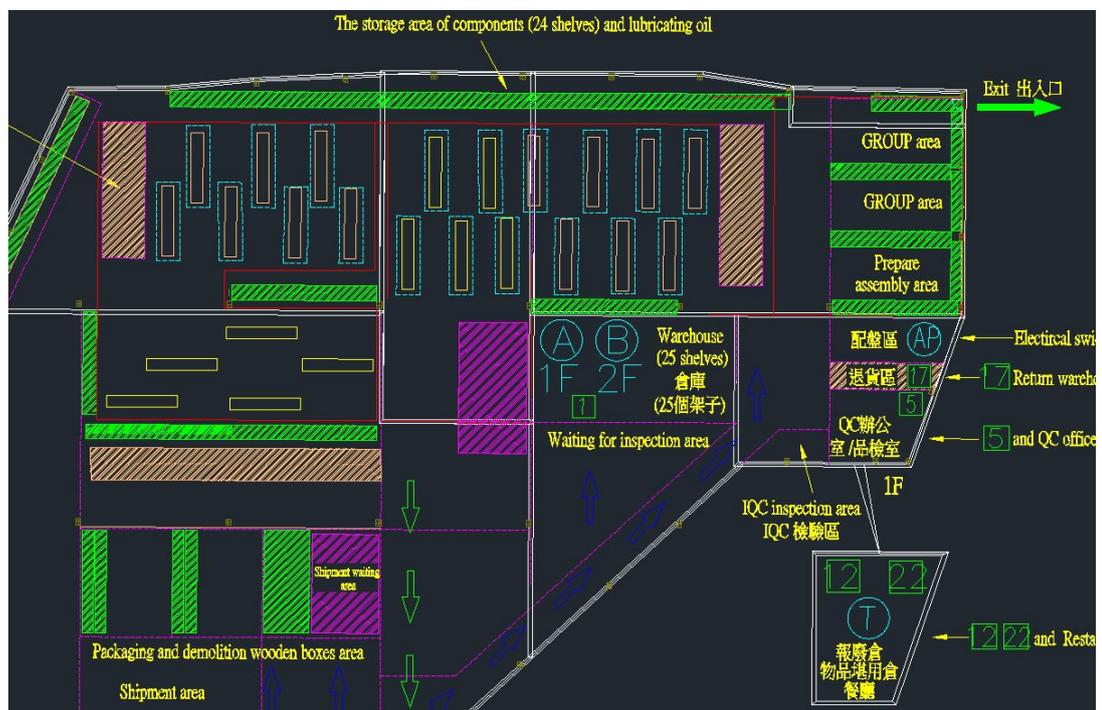


Figura 3.2: Layout della soluzione finale con focus sulla disposizione dei caricatori sulle linee di assemblaggio in configurazione di fixed position assembly

Spostamento del magazzino travi di AL1 nella posizione originale

Dal confronto con Raich Wang è emersa la necessità di mantenere lo stoccaggio delle travi della linea di assemblaggio 1 sul lato sinistro dello stabilimento per consentire l'ingresso di questi codici direttamente mediante carrello elevatore. Da un lato questa scelta può rivelarsi efficace per quanto riguarda la velocità di ingresso di questi codici particolarmente ingombranti e pesanti evitandone un secondo trasporto mediante carroponte; d'altro canto si ha però lo svantaggio che la suddetta area di stoccaggio si trova in prossimità del corridoio che congiunge l'assemblaggio meccanico con quello elettrico della linea 1, e risulta quindi fondamentale il rispetto dei limiti di tale area durante tutto il turno lavorativo per evitare di ostruire il flusso dei caricatori tra i due rami della linea.

Duplicazione della shipment waiting area

Una delle prime cose che ho notato entrando nello stabilimento è stata la notevole quantità di caricatori finiti ed in attesa di spedizione stoccati in parte in prossimità dell'uscita ed in parte nel corridoio centrale che collega le linee alla shipment area (indicativamente 30 - 35 unità). Il verificarsi di tale situazione di sovrastoccaggio in uscita, anche se sporadico, rende necessaria l'implementazione di una seconda shipment waiting area da utilizzare solo in caso di saturazione del buffer più vicino alla zona spedizioni.

Netta separazione tra assemblaggio meccanico ed elettrico su AL1

Entrando nello specifico dell'architettura dell'*Assembly Line 1*, destinata per lo più all'assemblaggio del modello Boss, si è deciso di mantenere

l'assemblaggio a postazione fissa con, però, una sostanziale modifica: i trolley verranno utilizzati fin da subito (terminato il preassemblaggio della trave) e serviranno in primo luogo alla movimentazione del caricatore dall'assemblaggio a punto fisso meccanico (che avviene sulla prima metà della linea) all'assemblaggio a punto fisso elettrico (che avviene sulla seconda metà della linea). Come si può notare in figura 3.2 si possono disporre fino a 7 macchine nell'area dell'assemblaggio meccanico e 5 nell'area dell'assemblaggio elettrico; tale scelta è giustificata principalmente da due aspetti:

1. il tempo ciclo richiesto alle operazioni di assemblaggio elettrico e Final Quality Control è nettamente inferiore al tempo ciclo richiesto dalle operazioni di assemblaggio meccanico;
2. le stazioni adibite al Final Quality Control necessitano di impianti di servizio particolari (prese di corrente in prossimità del caricatore, vasca per la raccolta dell'olio...) che ne aumentano lo spazio richiesto sul layout e ne riducono la flessibilità di utilizzo: se infatti in momenti di saturazione spinta della linea posso ritagliare lo spazio per una macchina in più nell'area di assemblaggio meccanico, questo non può avvenire nella seconda metà della linea, poiché ogni stazione contiene gli allacciamenti ai servizi necessari ed è destinata ad un unico caricatore.

Per evitare di inserire ostacoli alla movimentazione dei trolley si è pensato di far convergere i collegamenti elettrici alle varie stazioni FQC dall'alto, sfruttando il più possibile i tralicci verticali ed orizzontali dello stabilimento al posto del pavimento.

Con questi accorgimenti si è conclusa l'analisi delle modifiche riguardanti il layout apportate al progetto durante i primi giorni della mia permanenza a Taiwan. Di seguito verranno approfonditi aspetti riguardanti la "filosofia" che guida la programmazione della produzione e l'approvvigionamento dei materiali in Gimco.

3.2 Rapporto con i fornitori ed implementazione della tecnica di gestione Just in Time - JIT

Si indica con JIT la tecnica di gestione industriale di origine giapponese che consiste nel realizzare e fornire esattamente il prodotto richiesto, nella quantità richiesta, nel luogo e al momento richiesti. Significa quindi produrre secondo quello che è il tasso di assorbimento del mercato, terminando la produzione del bene in prossimità del momento della vendita per evitarne un lungo periodo in stock e soddisfacendo le attese del cliente in termini di qualità del prodotto.

In altre parole i componenti e le materie prime non vengono “spinti” (logica *push*) fuori dai magazzini in base a tecniche basate sulla previsione della domanda, ma vengono “tirati” (logica *pull*) nell’attraversamento della supply chain dall’effettiva richiesta di mercato [2]. I principali vantaggi di questa filosofia produttiva sono:

- drastica riduzione di scorte, work in progress e prodotti finiti in attesa di spedizione;
- maggiore trasparenza del sistema produttivo e conseguente più semplice individuazione dei colli di bottiglia;
- maggiore qualità del prodotto;
- maggior coinvolgimento della manodopera e conseguente miglioramento delle performance di produzione;
- riduzione del lead time di attraversamento ovvero il tempo di risposta alla richiesta del cliente.

Gli aspetti migliorativi appena citati si traducono complessivamente in un miglioramento generale delle performance del sistema produttivo e in una riduzione del costo finale del singolo prodotto, con un conse-

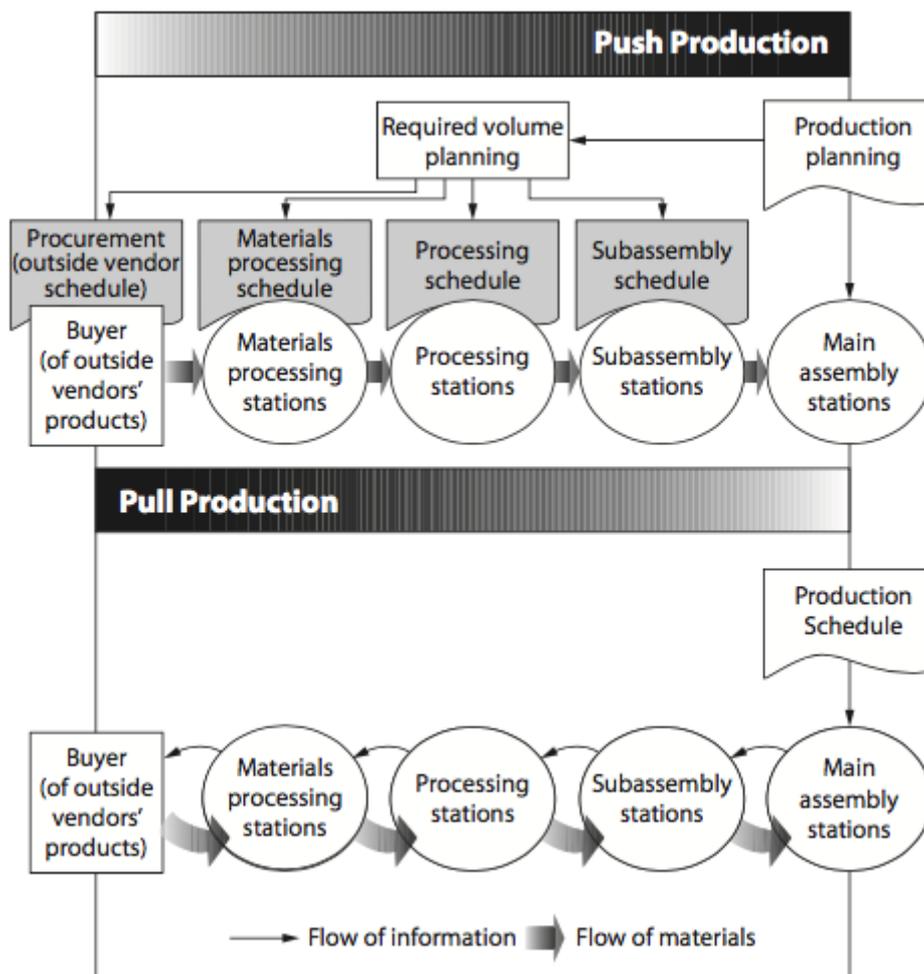


Figura 3.3: Differenze nei flussi fisico ed informativo tra push production e pull production [5]

guente incremento del pay-off dell'azienda.

Risulta chiaro che il processo di implementazione della filosofia JIT nel sistema produttivo si basa sul raggiungimento di una serie di step successivi (figura 3.4), i quali coinvolgono tutte le funzioni aziendali, che saranno chiamate a lavorare all'unisono giorno dopo giorno. Questo processo può avvenire secondo cinque fondamentali passaggi:

1. Presa di consapevolezza come prerequisito fondamentale per il miglioramento della factory
2. Implementazione delle 5S
3. Passaggio al flow manufacturing/assembly
4. Livellamento
5. Standardizzazione delle operazioni

Presa di consapevolezza

Tutti i cambiamenti cominciano da un nuovo e diverso modo di pensare; modificando la consapevolezza che si ha della situazione dello stabilimento si procederà naturalmente al cambiamento fisico del layout, dei sistemi produttivi e dei processi tecnologici. Il JIT può essere attuato solo partendo dal modo di pensare delle persone dal momento che tutte le funzioni che si interfacciano con la produzione (business management, factory management, procurement, purchasing) sono costituite da persone e non da macchine.

Implementazione delle 5S

Durante il grande sforzo per rendere la fabbrica adatta al modello JIT si può far riferimento a cinque principi di base. Questi principi sono riassunti da parole che, nel giapponese romanizzato, iniziano per "S" e

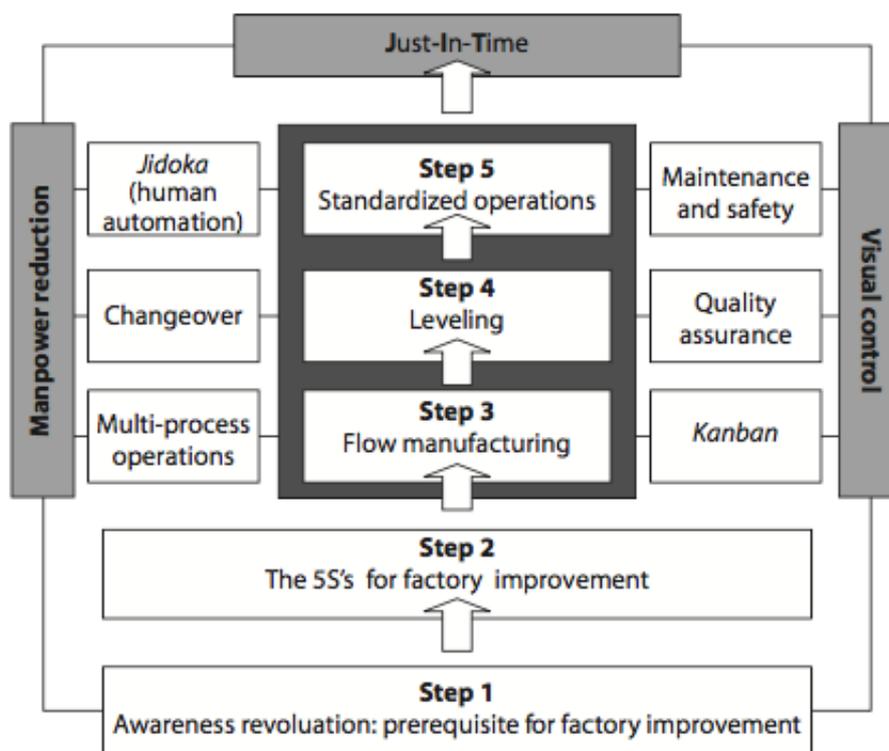


Figura 3.4: Passaggi per l'introduzione del JIT nel sistema produttivo [5]

sono quindi chiamate 5S. Le 5S sono: corretta sistemazione (seiri), ordine (seiton), pulizia (seiso), standardizzazione (seiketsu) e disciplina (shitsuke). I passaggi fondamentali di questo metodo sono la corretta disposizione e l'ordine. Il successo o l'incapacità di aderire a questi due principi fondamentali costituisce un importante ostacolo al successo del JIT. Quando la fabbrica è disseminata di spazzatura, quando le sue stazioni di lavoro e macchine sono oleosi o polverosi, o quando gli addetti alla produzione non si preoccupano di lavorare con uniformi vecchie e sporche, si possono facilmente trovare un'alta difettosità, spedizioni in ritardo e morale basso degli operatori. In tali condizioni non vi è in alcun modo la possibilità di iniziare il processo di implementazione del JIT. Per prima cosa, dobbiamo tornare al più basilare dei principi 5S: la disposizione e l'ordine corretti. Per fare questo, iniziamo a capire esattamente cosa e quanto è veramente necessario in fabbrica, iniziando ad eliminare il superfluo a partire dalla spazzatura (esempio: residui di imballaggi abbandonati in punti non idonei dello stabilimento). Due dei maggiori ostacoli per una corretta sistemazione e ordine sono la scarsa preparazione e la non conoscenza dei metodi adeguati. Il modo più efficace per ottenere un'adeguata sistemazione è mantenere le cose visibili: quando si prova un nuovo piano di sistemazione, anche un bambino dovrebbe essere in grado di capire cosa è necessario e cosa no. Una volta deciso dove dovrebbero andare le cose e in che quantità, chiunque, dal manager di produzione al visitatore, dovrebbe essere in grado di riconoscere facilmente le regole. Questo è ciò che si intende per "disposizione visiva adeguata e ordine". La strategia per realizzare un'adeguata disposizione visiva è chiamata *strategia del tag rosso* mentre la strategia per stabilire l'ordine visivo è chiamata *strategia kanban*. Quando si esegue la strategia di tag rosso, l'azienda forma un team per eseguire campagne di tag rosso da due a quattro volte nell'arco di un anno. È fondamentale mantenere la strategia di tag rosso per almeno un anno, altrimenti la società tornerà probabilmente alle sue vecchie

pessime abitudini.

Passaggio al flow manufacturing/assembly

L'assemblaggio a postazione fissa o l'assemblaggio a flusso porteranno al medesimo prodotto, e per questo si potrebbe pensare che dal momento che il prodotto finale è lo stesso, non importa quale sia il metodo utilizzato per produrlo. Tuttavia vi è un'importante differenza: la prima ipotesi tende a nascondere gli sprechi mentre la seconda tende a rivelarli. Come detto all'inizio di questo elaborato, ci troviamo in un mercato globale fortemente orientato al cliente, e proprio il cliente non intende farsi carico degli sprechi dei produttori. Tali sprechi sono solitamente annidati in profondità nel processo produttivo di uno stabilimento, quindi la filosofia del flow manufacturing/assembly, che mette al centro il singolo prodotto e le risorse necessarie per produrlo, può rivelarsi un ottimo strumento per far affiorare in superficie le principali fonti di spreco.

Livellamento

Per avviare la campagna di passaggio al JIT, è necessario ridurre drasticamente le quantità prodotti finiti stoccati nel magazzino in uscita, esponendosi maggiormente a quelle che sono le oscillazioni della domanda e le richieste del cliente. Solo successivamente ci si potrà preoccupare di come organizzare le linee di assemblaggio in funzione di tale domanda, partendo dall'eliminazione dei grandi lotti di produzione. Sebbene le quantità esatte di ogni prodotto oscillino leggermente, i clienti acquistano sempre una vasta gamma di prodotti, e portare tale varietà nel sistema di produzione è ciò che si intende per *livellamento della produzione*. Si tende a pensare al livellamento della produzione come livellamento di due fattori: capacità produttiva e carico di lavoro, ma

riguardo agli approcci per determinare il carico di lavoro di ciascun processo si commettono frequentemente tre principali errori. Affrontiamo il primo dei problemi chiedendoci chi determina il carico di un processo: la fabbrica, e di solito per ragioni di convenienza. Questo è il primo errore: dichiarare e mantenere una capacità produttiva, indipendentemente da ciò che il cliente richiede, eliminando ogni forma di elasticità e flessibilità. Il secondo errore è quello di interrompere/post-porre la lavorazione degli ordini una volta che il carico supera la capacità pre-determinata. Invece di posticipare l'inizio di elaborazione di un ordine e quindi allungare i tempi di consegna, si dovrebbero perseguire altre opzioni, come il lavoro straordinario o il subappalto. Il terzo errore risiede nella scelta di chi programma la produzione, quando questi non conoscono a fondo il prodotto ed i processi necessari al suo completamento. Più i pianificatori di produzione sono lontani dalla linea di produzione, più diventa poco pratica la loro pianificazione. Per il modello JIT, livellare significa considerare tutte le famiglie di prodotti presenti nel mix e i volumi in base alle esigenze del cliente. In altre parole, iniziamo suddividendo la produzione mensile in unità giornaliere, quindi confrontiamo il volume giornaliero di prodotti con le ore di funzionamento e calcoliamo quanti minuti occorrerebbero per realizzare ogni unità di prodotto. Chiamiamo questo tempo di produzione unitario *tempo ciclo*. Quindi indichiamo quanti e quali addetti alla produzione sono necessari e qual è la capacità produttiva. La manodopera è quindi dimensionata sull'architettura della linea e sulla sua capacità produttiva, e non viceversa.

Standardizzazione delle operazioni

Le *operazioni standard* sono quelle operazioni che determinano la migliore realizzazione e il mantenimento di una combinazione efficace di persone, merci e macchine al fine di produrre prodotti di alta qualità in modo economico, rapido e sicuro. Le procedure di lavoro standar-

dizzate hanno un duplice scopo: non solo aiutano a standardizzare la produzione, ma aiutano anche a rivelare le attuali condizioni operative. In considerazione di questo duplice scopo, il modo corretto per stabilire procedure di lavoro standardizzate è seguire i passaggi elencati di seguito:

1. prendere atto le condizioni operative correnti: la prima cosa da fare è scoprire e analizzare il tempo netto effettivo attualmente richiesto per le operazioni di lavoro e il modo in cui le operazioni vengono eseguite.
2. indagare i problemi: utilizzare il tempo di ciclo come standard per risolvere problemi relativi al bilanciamento del carico di lavoro, fattori ergonomici, variazioni e così via.
3. scoprire le cause reali dei problemi ed individuare un piano di miglioramento: chiedersi ripetutamente il *perché* delle problematiche riscontrate fino a trovare la vera causa, quindi pianificare un piano di miglioramento per risolverlo.
4. implementare il miglioramento: applicare praticamente i miglioramenti pianificati (hardware, software, layout, ecc.)
5. definire operazioni standard: dopo aver migliorato le operazioni, classificarle come procedure di lavoro standardizzate che verranno nuovamente esaminate durante la fase successiva di miglioramento.

Come è emerso nei passaggi precedenti, per iniziare operativamente ad approcciare la filosofia produttiva Just In Time è necessario ridurre al minimo il buffer dei prodotti in uscita spingendosi verso la produzione in piccoli lotti e “tirando” tramite MRP solo la quantità e la tipologia di componenti strettamente necessarie alla produzione, ottenendo una drastica riduzione dello stock del materiale in ingresso con tutti i vantaggi già citati nel capitolo precedente (minor capitale immobilizzato,

minor rischio di danneggiamento/obsolescenza, minor spazio utilizzato nel layout, risparmio di tempo ed energia per le movimentazioni). Ciò risulta effettivamente realizzabile solo se i contratti che regolano i rapporti con i fornitori (specialmente quelli dei codici più ingombranti o costosi) prevedono consegne frequenti ed in piccoli lotti, in grado di essere adattati ad eventuali modifiche nel breve periodo.

L'attuale rapporto tra Gimco ed i suoi fornitori si basa in quasi la totalità dei casi su una consegna al mese, da considerarsi una frequenza davvero molto bassa alla luce di quanto detto in precedenza. Durante la trasferta taiwanese, sia io che Marco Corsi (Purchasing Manager di IEMCA) abbiamo posto a Raich Wang la cura del rapporto con i fornitori e la ridiscussione dei termini di consegna come uno dei punti fermi per garantire il corretto funzionamento dell'intero progetto, pur sapendo che tale operazione richiede pazienza e tempo e non può essere quindi rimandata a lungo.

L'implementazione dell'intero progetto, volto alla riduzione degli sprechi, all'aumento della capacità produttiva e all'incremento di flessibilità ed elasticità del sistema produttivo, passa quindi da fasi di diversa natura: l'avvicinamento ad un Just In Time operativo e funzionante può avvenire partendo da una diversa gestione del materiale in ingresso ed in uscita, dall'ottimizzazione delle aree di stoccaggio e dall'introduzione, anche graduale, delle modifiche al layout, con un particolare focus sulle linee di assemblaggio.

Conclusioni

Nel corso della trasferta a Taiwan ho sostenuto due meeting finalizzati alla presentazione del progetto di ottimizzazione durante i quali sono stati affrontati i dubbi dei responsabili dei diversi reparti produttivi in merito alle tecniche di implementazione da adottare. Posso ritenermi complessivamente soddisfatto del grado di approfondimento raggiunto in questa analisi di fattibilità e della risposta interessata e propositiva del personale Gimco. Nei prossimi paragrafi si andrà a riassumere la proposta presentata, ricordandone punti di forza e criticità, tenendo in considerazione gli obiettivi generali del progetto e le principali limitazioni. Le linee guida da perseguire erano:

- incrementare l'area disponibile alle attività di assemblaggio e la capacità produttiva;
- ridurre la superficie destinata allo stoccaggio dei componenti e dei semilavorati ottimizzandone l'utilizzo;
- ottimizzare il flusso dei materiali e la gestione degli operatori addetti al montaggio;
- ricercare un globale aumento di flessibilità ed elasticità del sistema produttivo.

I principali vincoli di cui tenere conto erano:

- impossibilità di prevedere costose modifiche strutturali allo stabilimento (ad esempio non è possibile l'acquisto e l'installazione di un carroponte aggiuntivo);
- impossibilità di spostamento del magazzino principale (warehouse), composto da 25 scaffalature più alte di quelle presenti a bordo linea;
- l'*IQC inspection area* risultava correttamente ubicata nei pressi del magazzino principale, quindi anche la sua ubicazione poteva non essere modificata;
- *reception area* e *shipment area* sono necessariamente collocate in prossimità dell'unico accesso allo stabilimento;
- il carroponte agisce solo su una parte del layout, attualmente coincidente con le linee di assemblaggio e l'*FQC area*;
- necessità di un buffer per i prodotti finiti (*shipment waiting area*). Tale area dovrà essere dimensionata considerando che i caricatori possano sostarvi anche per una settimana prima di essere spediti al cliente.

Considerando le limitazioni appena elencate e tenendo a mente gli obiettivi prefissati si è deciso di articolare la proposta di ottimizzazione secondo i seguenti punti:

1. Le operazioni di re-layout faranno riferimento alla *soluzione 4*, che non richiede ingenti modifiche strutturali o investimenti iniziali, opportunamente modificata durante il lavoro in Gimco in accordo con quanto espresso nel Capitolo 3 (figure 3.1 e 3.2). Questa scelta porta globalmente ad una riduzione delle aree di stoccaggio dei componenti in ingresso favorendo le aree disponibili all'assemblaggio e all'attesa dei prodotti finiti. Le modifiche al layout a partire dalla situazione attuale possono essere svolte anche gradualmente, purché si cominci dalla movimentazione della *group area* dalla

posizione attuale all'area adiacente alla warehouse e alla linea di assemblaggio 2, garantendo la possibilità di duplicazione dell'area disponibile per la linea di assemblaggio 1.

2. Le aree di stoccaggio dei componenti in ingresso andranno sfruttate nel modo più efficiente possibile, iniziando col mettere in pratica i seguenti accorgimenti: eliminazione di ogni materiale superfluo, obsoleto o inutilizzabile; mantenimento di un elevato standard di pulizia ed ordine; utilizzo di rack movimentabili e rastrelliere verticali per poter sfruttare lo spazio in altezza (pur sempre nel rispetto delle condizioni di sicurezza per gli operatori); utilizzo di una segnaletica chiara ed intuitiva per la classificazione della posizione dei diversi codici. Per quanto riguarda lo stock dei prodotti in uscita, i due buffer dedicati dovranno essere sfruttati al meglio posizionando i caricatori secondo le dimensioni dei modelli in attesa di spedizione ed in base all'ordine di uscita; l'utilizzo delle due aree dovrà avvenire favorendo la saturazione del buffer più vicino all'uscita.
3. La scorta dei componenti stoccati deve essere globalmente ridotta diminuendo le quantità dei singoli ordini e frammentando il lotto di spedizione. È necessario preparare tale operazione trattando con i fornitori riguardo i nuovi accordi; inoltre risulta conveniente prediligere i codici di grandi dimensioni o di considerevole valore economico al fine di risparmiare spazio utile nel layout e ridurre il capitale immobilizzato.
4. Dal momento che sia l'uscita dei componenti che l'uscita dei caricatori sono localizzate sul lato destro dell'accesso allo stabilimento per motivi strutturali (la tettoia dello stabile adibito agli uffici ostacola la manovra dei mezzi di grande dimensioni), risulta necessario sincronizzare le operazioni di carico e scarico del materiale per evitare problematiche congestioni del traffico in tale area.

5. La shipment waiting area primaria dovrà essere localizzata il più vicino possibile all'uscita.
6. Per quanto concerne la gestione delle aree di assemblaggio, si hanno due principali possibilità:
 - AL1 e AL2 entrambe utilizzate con *assemblaggio a postazione fissa*, che porterebbe ad un incremento della capacità di ogni linea (da 7 a 12 caricatori su ogni linea) e ad un conseguente aumento della capacità produttiva complessiva (vedi Capitolo 2). Questa filosofia produttiva è la più vicina a quella attualmente utilizzata quindi risulterebbe più facile da implementare, e per questo motivo può configurarsi come un primo step intermedio per arrivare all'attuazione del Just In Time.
 - *Assemblaggio a flusso* (o product assembly), nel quale il carico di lavoro viene suddiviso in diverse stazioni di assemblaggio manuale ed il prodotto viene movimentato verso la stazione successiva al termine delle operazioni della postazione precedente. Questa filosofia produttiva risulta essere un requisito fondamentale per l'attuazione del Just In Time in quanto consente l'ottenimento di una maggiore flessibilità ed elasticità in ottica di una logica pull in grado di seguire con un buon grado di approssimazione le oscillazioni della domanda, evitando sprechi dovuti all'eccessivo stock di componenti e semilavorati. L'implementazione del flow assembly può avvenire gradualmente configurando una linea per volta e confrontando costantemente i KPI con quelli della linea rimasta a postazione fissa.
7. Il dimensionamento e la gestione delle risorse necessarie, in particolare la definizione del numero di operatori di montaggio, devono essere svolti sulla base dell'andamento domanda. Per questo motivo è necessario prevedere un certo grado di flessibilità nei compiti da assegnare alle risorse umane: ad esempio, se per una data

mensilità le macchine da assemblare risultano sotto la media e di conseguenza la cadenza della linea può essere aumentata riducendo il numero di stazioni/operatori di assemblaggio, si prevederanno attività “ausiliarie” da assegnare agli operatori “in eccesso”, come la movimentazione manuale dei componenti, attività ispettive e manutentive, attività di pulizia e ripristino dell’ordine nelle postazioni di montaggio.

Come detto, il primo step delle modifiche al layout consiste nello spostamento della *group area* in modo da ricavare la superficie necessaria all’incremento delle dimensioni della linea di assemblaggio 1. Nelle seguenti foto si possono osservare le diverse fasi di questa operazione, che con una rapidità ed una prontezza in parte inaspettate è già stata messa in pratica seguendo le direttive di Raich Wang.



Figura 3.5: *Group area* nella posizione di partenza



Figura 3.6: Superficie libera destinata alla duplicazione di AL1 nella configurazione “ad U”



Figura 3.7: Superficie libera destinata alla nuova *group area*



Figura 3.8: Nuova *group area* in funzione

Le modifiche fisiche e gestionali suggerite in questa analisi di fattibilità possono rivelarsi un solido punto di partenza per ulteriori più specifici miglioramenti nell'ottica di una produzione snella, flessibile, elastica ed orientata al cliente, nella quale assume un ruolo chiave l'elevato tasso di integrazione fra tutti i dipartimenti dell'azienda. Approfondimenti successivi a questo elaborato potranno condurre anche a una valutazione economica in termini di costi e ricavi legati all'implementazione del progetto. Si può già però ipotizzare, come da vincoli alla presente analisi, che i costi d'investimento risulteranno pressoché nulli e che voci di costo da tenere in considerazione possono riguardare la gestione del fermo produttivo durante le modifiche fisiche al layout ed il tempo dedicato alla formazione del personale che dovrà, a livelli diversi, mettere in pratica il paradigma produttivo del Just In Time.

Complessivamente mi ritengo soddisfatto dei contenuti esperiti in questo progetto di tesi: ho avuto l'opportunità di mettermi alla prova in una realtà strutturata come IEMCA gestendo in autonomia le tempi-

stiche delle diverse fasi dell'analisi e successivamente della proposta, avendo come orizzonte temporale la trasferta a Taiwan e potendo contare sulla presenza costante e preziosa di Andrea Drei e degli altri colleghi.

Appendice A

Codici considerati nello studio

PN	Item Description
V6617IEM	ADVANTAGE 66-Y軸縱向移動式滑軌組 IEMCA特殊色
336993346	GIMCO II 鋼樑組 BOSS 3.2M (3L)
G805021316	GROUP, PROL.ASSE MANDR. 前端延伸保護罩
336992386	GROUP, GIMCO鋼樑組 BOSS/BIG-BOSS/M-BOSS 3.2M (
405330656	GROUP, 傳動組-走刀/正向/氣壓式 for IDEAL 438
405328016	GROUP, 出棒門組-反向 (IDEAL 438)
405320016	GROUP, 出棒門組-正向 (IDEAL 438)
336229100	GROUP, 同步皮帶組-單缸 (標準行程=460mm) BOSS (3
405338206	GROUP, 同步皮帶組-單缸/反向 (標準行程=580mm) fo
405330206	GROUP, 同步皮帶組-單缸/正向 (標準行程=580mm) fo
346220066	GROUP, 同步皮帶組-雙缸 (標準行程=350mm) ASSY Cl
405338226	GROUP, 同步裝置傳動組-反向 for IDEAL 438
405330226	GROUP, 同步裝置傳動組-正向 for IDEAL 438
405338216	GROUP, 同步裝置調整座組-反向 (標準行程=580mm)
405330216	GROUP, 同步裝置調整座組-正向 (標準行程=580mm)
405330296	GROUP, 惰輪組(正/反) for IDEAL 438
336030600	GROUP, 驅動曲軸;把手 VIP-80
V-EX250	GROUP,ROMI V-66E延伸架
325080130	GROUP,SLEEVE D=13 防震套
325080170	GROUP,SLEEVE D=17 防震套
325080210	GROUP,SLEEVE D=21 防震套
325080260	GROUP,SLEEVE D=26 防震套
325080280	GROUP,SLEEVE D=28 防震套
V66S0215A	GROUP,V形板座組 (V66S伺服/1.5M)
V660215A	GROUP,V形板座組(1.5M)
41159910	GROUP,三點組合組
VIP80-10A	GROUP,三點組合組 (1/4")
405320216	GROUP,上下夾刀組/正向 (IDEAL 438)
405360306	GROUP,上料管汽缸組 (正/反) (IDEAL 438)
G61129016	GROUP,下料板組
G71129106	GROUP,二連座組-1 (含單頭電磁閥2EA) 新恭
G71129116	GROUP,二連座組-2 (含單頭電磁閥+雙頭電磁閥各1EA
GNP2050706	GROUP,二連座電磁閥模組 1/4" (同步) BOSS/M-B (新
G72129706	GROUP,人機電纜線 0.5mmx3Cx2350mm V66系列
D55320017	GROUP,伺服馬達組 (士林1N) 400W BOSS/M-BOSS 25/
D55320030	GROUP,伺服馬達組 (士林2N PLC) 400W V-80 (臺灣電
405338416	GROUP,傳動組-走刀/反向/電磁式 (IDEAL 438)
405330416	GROUP,傳動組-走刀/正向/電磁式 (IDEAL 438)
G92129006	GROUP,出棒門組
325049346	GROUP,前置回行機構固定支座組 ASSY B/M

Storage method	Lead time [days]	Safety Stock Qty [pcs]	Total Annual usage [pcs]
Pallet on the ground	5	0	0,00
Pallet on the ground	5	0	25,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	15,00
Pallet on the ground	5	5	369,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	8,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	5,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	13,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	14,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	6,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	5,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	13,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	6,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	5,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	6,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	5,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	21,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	16,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	2	6,00
Bin (small parts on the shelf)	5	2	4,00
Bin (small parts on the shelf)	5	2	18,00
Bin (small parts on the shelf)	5	2	30,00
Bin (small parts on the shelf)	5	2	0,00
Pallet on the ground	5	0	13,00
Pallet on the ground	5	0	9,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	14,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	3,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	18,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	9,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	5	316,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Pallet on the ground	5	5	507,00
Pallet on the ground	5	0	14,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	10	507,00

G52129006	GROUP,固定座組-右
G52129016	GROUP,固定座組-左
G61129006	GROUP,固定板組
336119330	GROUP,壓力彈簧組 ASSY REGOLAZ. COLTELLI BOSS/MINIBOSS
405360156	GROUP,夾刀氣壓缸組(正/反) (IDEAL 438)
405318816	GROUP,夾刀組/反向 (IDEAL 438)
405310816	GROUP,夾刀組/正向 (IDEAL 438)
325119306	GROUP,夾料器 ASSY COLTELLO SUPERIORE MINIBOSS
336339006	GROUP,夾料器 BOSS (含近接開關 8ψ-5.5M)
G55129006	GROUP,後端軸組
336049350	GROUP,後置回行機構固定支座組 ASSY SUPPORTO RIMORCHIO
G72129705	GROUP,微動開關線組 0.5mmx2Cx2000mm for LS2 (V66LE)
D55500022	GROUP,手控盒組 (PCB) (伺服機構) V-80
G91129016	GROUP,手控盒組 V66E (附緊急停止開關)
G55159016	GROUP,推桿組 D= 6 V66LE/1.5M
G55159026	GROUP,推桿組 D=12 V66LE/1.5M
G55159036	GROUP,推桿組 D=20 V66LE/1.5M
P53209016	GROUP,撥料汽缸組(右)
P53209006	GROUP,撥料汽缸組(左)
D55500086-A	GROUP,操作盒組/彩色人機-GIMCO V-80
G336049316	GROUP,支撐座(含止滑座)組件 (336049310+336049360)
405368086	GROUP,曲柄組 (反向) IDEAL 438
405360086	GROUP,曲柄組 (正向) IDEAL 438
405360466	GROUP,曲柄組 (正向) IDEAL 438-新上下夾刀
GNP2080107	GROUP,極限開關電纜線 0.5mm *2C *2M
G325019306	GROUP,油幫浦組 ASSY POMPA BOSS/MINIBOSS 37/40
G325019316	GROUP,油幫浦組 ASSY PUMP BOSS/32 ; IDEAL438
336049330	GROUP,滑輪座 ASSY PIASTRA SERR .ESTR. BOSS
325049386	GROUP,滑輪座 ASSY PIASTRA SERR AGGIO ESTR MINIBOSS
G079990026	GROUP,滾輪組 BOSS/IDEAL 438
G74159016	GROUP,皮帶輪組
G93129006	GROUP,皮帶輪組
GNP00099	GROUP,磁簧開關線組 AirTAC FOR DNC 63/50/32 0.5m
V660615A	GROUP,置料架本體組(1.5M)(NEW)
G336039300	GROUP,螺桿組 BOSS/MINIBOSS (336039366+336039360)
G61129026	GROUP,襯套組
41159936	GROUP,調壓閥組
405360196	GROUP,調整支座組(正/反) (IDEAL 438)
G52129036	GROUP,調整汽缸組-右
G52129026	GROUP,調整汽缸組-左
G93129016IEM	GROUP,譯碼器組 V66LE / ADVANTAGE66
405368296	GROUP,連動桿曲柄組 (反向) IDEAL 438
405360296	GROUP,連動桿曲柄組 (正向) IDEAL 438/L

Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	44,00
Bin (small parts on the shelf)	5	10	507,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	13,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	5,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	11,00
Shelf	5	0	55,00
Shelf	5	5	452,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	5	507,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	14,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Shelf	5	0	22,00
Shelf	5	0	22,00
Shelf	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Shelf	5	0	11,00
Bin (small parts on the shelf)	5	5	507,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	20,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	49,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	3,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Pallet on the ground	5	0	29,00
Pallet on the ground	5	5	481,00
Bin (small parts on the shelf)	5	5	452,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	55,00
Bin (small parts on the shelf)	5	5	144,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	13,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	9,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	57,00
Pallet on the ground	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	5	507,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	9,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	18,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	22,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	9,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	4,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	9,00

405360476	GROUP,連動桿曲柄組 (正向) IDEAL 438/N/LL-新上下夾
405368246	GROUP,進退料組/反向 (IDEAL 438)
405360246	GROUP,進退料組/正向 (IDEAL 438)
405360496	GROUP,進退料組/正向 (IDEAL 438)-新上下夾刀
D55500160-B	GROUP,配電盤組(PCB)伺服 士林(2N PLC+400W Driver)
D55500107-B	GROUP,配電盤組(PCB)伺服-標準 士林(1N)+西門子 ID
G72129023	GROUP,配電盤組/V66E-LE (士林版)(配PGE0104) PLC-A
G72129029-A	GROUP,配電盤組/V66S伺服(士林)(配PGE0104) PLC (6
G118038076	GROUP,防震裝置 BOSS (1/4") (反向-2017新型) BUSHIN
G118039076	GROUP,防震裝置 BOSS (1/4") (正向-2017新型) BUSHIN
G119019036	GROUP,防震裝置 MINIBOSS (1/4") BUSHING HOLDER
405338516	GROUP,防震裝置組-反向夾塊式 (IDEAL 438)
405330516	GROUP,防震裝置組-正向夾塊式 (IDEAL 438)
405330316	GROUP,電磁傳動組-走心/正向 (IDEAL 438)
405330196	GROUP,電磁固定座組-走心/正向 (IDEAL 438)
GNP2130195	GROUP,電磁閥控制線組 0.5mm ² x2Cx5.5M (不含接線
G805099076	GROUP,電磁閥控制線組 V-80不含接線盒(SVO、1、2
G74159126	GROUP,馬達傳動組 V66伺服 (士林)
405338056	GROUP,馬達傳動組-反向/士林1N (IDEAL 438)
405330056	GROUP,馬達傳動組-正向/士林1N (IDEAL 438)
GD50363200	SCORR.ASSIALE M.BOSS 32 移動式滑軌組 / 3.2M (配力
339330130	上料管-反向 D=33 L=540
339360230	上料管-反向 D=36 L=350
339360130	上料管-反向 D=36 L=540
339360040	上料管-反向 D=36 L=660
338130030	上料管-正反 D=13 L=660
338170030	上料管-正反 D=17 L=660
338210030	上料管-正反 D=21 L=660
338260030	上料管-正反 D=26 L=660
338280030	上料管-正反 D=28 L=660
338330030	上料管-正反 D=33 L=660
338360030	上料管-正反 D=36 L=660
338380030	上料管-正反 D=38 L=660
338390030	上料管-正反 D=39 L=660
338430030	上料管-正反 D=43 L=660
338460030	上料管-正反 D=46 L=660
338430030	上料管-正反 D=52 L=660
338130250	上料管-正向 D=13 L=350
338130230	上料管-正向 D=13 L=350
338130130	上料管-正向 D=13 L=540
338130040	上料管-正向 D=13 L=660
338170250	上料管-正向 D=17 L=350
338170230	上料管-正向 D=17 L=350

Bin (small parts on the shelf)	5	0	3,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	4,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	9,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	3,00
Pallet on the ground	5	0	14,00
Pallet on the ground	5	0	18,00
Pallet on the ground	5	0	9,00
Pallet on the ground	5	0	13,00
Pallet on the ground	5	5	23,00
Pallet on the ground	5	5	80,00
Pallet on the ground	5	0	55,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	5,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	13,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	46,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	14,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	13,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	5,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	13,00
Pallet on the ground	5	0	2,00
Shelf	5	0	0,00
Shelf	5	0	1,00
Shelf	5	0	1,00
Shelf	5	0	1,00
Shelf	5	9	23,00
Shelf	5	9	17,00
Shelf	5	15	103,00
Shelf	5	15	121,00
Shelf	5	9	25,00
Shelf	5	15	393,00
Shelf	5	15	62,00
Shelf	5	15	306,00
Shelf	5	6	67,00
Shelf	5	15	239,00
Shelf	5	9	60,00
Shelf	5	15	219,00
Shelf	5	3	4,00
Shelf	5	3	3,00
Shelf	5	2	8,00
Shelf	5	3	9,00
Shelf	5	3	5,00
Shelf	5	3	0,00

338170130	上料管-正向 D=17 L=540
338170040	上料管-正向 D=17 L=660
338210230	上料管-正向 D=21 L=350
338210250	上料管-正向 D=21 L=350
338210130	上料管-正向 D=21 L=540
338210040	上料管-正向 D=21 L=660
338260250	上料管-正向 D=26 L=350
338260230	上料管-正向 D=26 L=350
338260130	上料管-正向 D=26 L=540
338260040	上料管-正向 D=26 L=660
338280250	上料管-正向 D=28 L=350
338280230	上料管-正向 D=28 L=350
338280130	上料管-正向 D=28 L=540
338280040	上料管-正向 D=28 L=660
338330230	上料管-正向 D=33 L=350
338330250	上料管-正向 D=33 L=350
338330130	上料管-正向 D=33 L=540
338330040	上料管-正向 D=33 L=660
338360230	上料管-正向 D=36 L=350
338360250	上料管-正向 D=36 L=350
338360130	上料管-正向 D=36 L=540
338360040	上料管-正向 D=36 L=660
338380230	上料管-正向 D=38 L=350
338380250	上料管-正向 D=38 L=350
338380130	上料管-正向 D=38 L=540
338380040	上料管-正向 D=38 L=660
338390230	上料管-正向 D=39 L=350
338390250	上料管-正向 D=39 L=350
338390130	上料管-正向 D=39 L=540
338390040	上料管-正向 D=39 L=660
338430250	上料管-正向 D=43 L=350
338430230	上料管-正向 D=43 L=350
338430130	上料管-正向 D=43 L=540
338430040	上料管-正向 D=43 L=660
338460230	上料管-正向 D=46 L=350
338460250	上料管-正向 D=46 L=350
338460130	上料管-正向 D=46 L=540
338460040	上料管-正向 D=46 L=660
338520250	上料管-正向 D=52 L=350
338520230	上料管-正向 D=52 L=350
338520130	上料管-正向 D=52 L=540
338520040	上料管-正向 D=52 L=660
339330110	下料管-反向 D=33 L=540

Shelf	5	2	6,00
Shelf	5	3	7,00
Shelf	5	5	20,00
Shelf	5	5	14,00
Shelf	5	2	2,00
Shelf	5	5	36,00
Shelf	5	5	23,00
Shelf	5	5	17,00
Shelf	5	2	7,00
Shelf	5	5	42,00
Shelf	5	3	8,00
Shelf	5	3	0,00
Shelf	5	2	1,00
Shelf	5	3	8,00
Shelf	5	5	109,00
Shelf	5	5	21,00
Shelf	5	2	7,00
Shelf	5	5	132,00
Shelf	5	5	11,00
Shelf	5	5	7,00
Shelf	5	2	2,00
Shelf	5	5	20,00
Shelf	5	5	96,00
Shelf	5	5	5,00
Shelf	5	2	1,00
Shelf	5	5	101,00
Shelf	5	2	19,00
Shelf	5	2	4,00
Shelf	5	2	1,00
Shelf	5	2	23,00
Shelf	5	5	71,00
Shelf	5	5	8,00
Shelf	5	2	3,00
Shelf	5	5	81,00
Shelf	5	3	14,00
Shelf	5	3	6,00
Shelf	5	2	0,00
Shelf	5	3	20,00
Shelf	5	5	53,00
Shelf	5	5	21,00
Shelf	5	2	1,00
Shelf	5	5	73,00
Shelf	5	0	0,00

339360410	下料管-反向 D=36 L=535
339360110	下料管-反向 D=36 L=540
339360310	下料管-反向 D=36 L=660
339380110	下料管-反向 D=38 L=540
338130010	下料管-正反 D=13 L=660
338170010	下料管-正反 D=17 L=660
338210010	下料管-正反 D=21 L=660
338260010	下料管-正反 D=26 L=660
338280010	下料管-正反 D=28 L=660
338330010	下料管-正反 D=33 L=660
338360010	下料管-正反 D=36 L=660
338380010	下料管-正反 D=38 L=660
338390010	下料管-正反 D=39 L=660
338430010	下料管-正反 D=43 L=660
338460010	下料管-正反 D=46 L=660
338520010	下料管-正反 D=52 L=660
338130270	下料管-正向 D=13 L=330
338130210	下料管-正向 D=13 L=330
338130410	下料管-正向 D=13 L=535
338130110	下料管-正向 D=13 L=540
338130310	下料管-正向 D=13 L=660
338170270	下料管-正向 D=17 L=330
338170210	下料管-正向 D=17 L=330
338170410	下料管-正向 D=17 L=535
338170110	下料管-正向 D=17 L=540
338170310	下料管-正向 D=17 L=660
338210270	下料管-正向 D=21 L=330
338210210	下料管-正向 D=21 L=330
338210410	下料管-正向 D=21 L=535
338210110	下料管-正向 D=21 L=540
338210310	下料管-正向 D=21 L=660
338260270	下料管-正向 D=26 L=330
338260210	下料管-正向 D=26 L=330
338260410	下料管-正向 D=26 L=535
338260110	下料管-正向 D=26 L=540
338260310	下料管-正向 D=26 L=660
338280210	下料管-正向 D=28 L=330
338280270	下料管-正向 D=28 L=330
338280410	下料管-正向 D=28 L=535
338280110	下料管-正向 D=28 L=540
338280310	下料管-正向 D=28 L=660
338330270	下料管-正向 D=33 L=330
338330210	下料管-正向 D=33 L=330

Shelf	5	0	1,00
Shelf	5	0	1,00
Shelf	5	0	2,00
Shelf	5	0	0,00
Shelf	5	6	16,00
Shelf	5	6	12,00
Shelf	5	10	69,00
Shelf	5	10	81,00
Shelf	5	6	17,00
Shelf	5	10	258,00
Shelf	5	10	39,00
Shelf	5	10	204,00
Shelf	5	2	41,00
Shelf	5	10	155,00
Shelf	5	6	38,00
Shelf	5	10	145,00
Shelf	5	3	8,00
Shelf	5	3	4,00
Shelf	5	3	9,00
Shelf	5	2	6,00
Shelf	5	3	14,00
Shelf	5	3	7,00
Shelf	5	3	5,00
Shelf	5	3	7,00
Shelf	5	2	4,00
Shelf	5	3	8,00
Shelf	5	5	16,00
Shelf	5	5	14,00
Shelf	5	5	36,00
Shelf	5	2	0,00
Shelf	5	5	56,00
Shelf	5	5	25,00
Shelf	5	5	23,00
Shelf	5	5	42,00
Shelf	5	2	5,00
Shelf	5	5	59,00
Shelf	5	3	8,00
Shelf	5	3	8,00
Shelf	5	3	8,00
Shelf	5	2	1,00
Shelf	5	3	8,00
Shelf	5	5	23,00
Shelf	5	5	21,00

338330410	下料管-正向 D=33 L=535
338330110	下料管-正向 D=33 L=540
338330310	下料管-正向 D=33 L=660
338360270	下料管-正向 D=36 L=330
338360210	下料管-正向 D=36 L=330
338360410	下料管-正向 D=36 L=535
338360110	下料管-正向 D=36 L=540
338360310	下料管-正向 D=36 L=660
338380210	下料管-正向 D=38 L=330
338380270	下料管-正向 D=38 L=330
338380410	下料管-正向 D=38 L=535
338380110	下料管-正向 D=38 L=540
338380310	下料管-正向 D=38 L=660
338390210	下料管-正向 D=39 L=330
338390270	下料管-正向 D=39 L=330
338390410	下料管-正向 D=39 L=535
338390110	下料管-正向 D=39 L=540
338390310	下料管-正向 D=39 L=660
338430270	下料管-正向 D=43 L=330
338430210	下料管-正向 D=43 L=330
338430410	下料管-正向 D=43 L=535
338430110	下料管-正向 D=43 L=540
338430310	下料管-正向 D=43 L=660
338460210	下料管-正向 D=46 L=330
338460270	下料管-正向 D=46 L=330
338460410	下料管-正向 D=46 L=535
338460110	下料管-正向 D=46 L=540
338460310	下料管-正向 D=46 L=660
338520210	下料管-正向 D=52 L=330
338520270	下料管-正向 D=52 L=330
338520410	下料管-正向 D=52 L=535
338520110	下料管-正向 D=52 L=540
338520310	下料管-正向 D=52 L=660
G204582336D	伸縮導管組含回油盒 D=36 BOSS Max=930mm ; Min=
321334320	導管,33mm 內徑,l=432 FRONT NOSE D=33 l=432
321364320	導管,36mm 內徑,l=432 FRONT NOSE D=36 l=432
321384320	導管,38mm 內徑,l=432 FRONT NOSE D=38 l=432
321394320	導管,39mm 內徑,l=432 FRONT NOSE D=39 l=432
321434320	導管,43mm 內徑,l=432 FRONT NOSE D=43 l=432
321464320	導管,46mm 內徑,l=432 FRONT NOSE D=46 l=432
321524320	導管,52mm 內徑,l=432 FRONT NOSE D=52 l=432
GD76111003	推桿組,10mm直徑, V-80 (亮面鋼管) (NEW) BAR PUSH
GD76111603	推桿組,16mm直徑, V-80 (亮面鋼管) (NEW) BAR PUSH

Shelf	5	5	132,00
Shelf	5	2	5,00
Shelf	5	5	246,00
Shelf	5	5	11,00
Shelf	5	5	7,00
Shelf	5	5	21,00
Shelf	5	2	0,00
Shelf	5	5	32,00
Shelf	5	5	5,00
Shelf	5	5	5,00
Shelf	5	5	101,00
Shelf	5	2	1,00
Shelf	5	5	198,00
Shelf	5	2	4,00
Shelf	5	2	4,00
Shelf	5	2	23,00
Shelf	5	2	1,00
Shelf	5	2	45,00
Shelf	5	5	73,00
Shelf	5	5	71,00
Shelf	5	5	81,00
Shelf	5	2	1,00
Shelf	5	5	94,00
Shelf	5	3	6,00
Shelf	5	3	6,00
Shelf	5	3	20,00
Shelf	5	2	0,00
Shelf	5	3	36,00
Shelf	5	5	53,00
Shelf	5	5	53,00
Shelf	5	5	73,00
Shelf	5	2	1,00
Shelf	5	5	94,00
Shelf	5	0	0,00
Shelf	5	5	0,00
Shelf	5	5	0,00
Shelf	5	5	0,00
Shelf	5	5	0,00
Shelf	5	5	0,00
Shelf	5	5	0,00
Shelf	5	5	0,00
Shelf	5	5	0,00
Shelf	5	5	0,00
Shelf	5	0	14,00
Shelf	5	0	14,00

GD76112003	推桿組,20mm直徑, V-80 (亮面鋼管) (NEW) BAR PUSH
G336099236	泵浦及馬達電源線(無接頭)B/M/伺 服2.5M/3.2M(3L)
G336099216	泵浦及馬達電源線(無接頭)B/M/伺 服3.7-4.4M 2.0m
D55500083-A	GIMCO彩色人機 操作盒組-2.1M長 淺灰垂紋 (伺服) B
D55500083IEM-A	GIMCO彩色人機 操作盒組-2.1M長 灰白垂紋 (伺服) B
D55500083TSU-A	GIMCO彩色人機 操作盒組-2.1M長 銀灰垂紋 (伺服) B
D55500084IEM-A	GIMCO彩色人機 操作盒組-3.3M長 灰白垂紋 (伺服) B
336229000-A	GROUP, 同步皮帶組-單缸 (特殊行程=580mm)
336229016	GROUP, 同步皮帶輪組(鐵)
GNP2130336	GROUP,EMI 濾波器線材 (韓國客戶專用) (子件GNP213
GNP800830	GROUP,HARTING 24B模組 雙扣式接頭+公介面線 TOR
GNP800840	GROUP,HARTING 24B模組 雙扣式接頭+母介面線 TOR
GNP800560	GROUP,HARTING 24PIN 單扣式接頭 3.5米 (含電纜接頭
GNP800570	GROUP,HARTING 24PIN 單扣式接頭 5.0米 (含電纜接頭
GNP800570-A	GROUP,HARTING 24PIN 單扣式接頭 5.0米 (含電纜接頭
GNP800330	GROUP,HARTING 24PIN 單扣式接頭 6.0米 (含電纜接頭
GNP800330-A	GROUP,HARTING 24PIN 單扣式接頭 6.0米 (含電纜接頭
GNP800810	GROUP,HARTING 24PIN 單扣式接頭 7.0米 (含電纜接頭
GNP800810-A	GROUP,HARTING 24PIN 單扣式接頭 7.0米 (含電纜接頭
D55480018	GROUP,二次防震裝置 (配伸縮導管) (D33(含)以下的料
D55480017	GROUP,二次防震裝置 (配前導管) (D33(含)以下的料管
D55480013	GROUP,二次防震裝置組-滾輪式(無外罩) (D33(不含)以
GF85001116	GROUP,反向控制盒架模組 BOSS/M-BOSS/SUPER
336229036-A	GROUP,同步(調整座組) (配580mm行程) BOSS 2.5/3.2
336229036	GROUP,同步(調整座組) 配單缸400mm/460mm,雙缸3
336229026	GROUP,同步(鋁滾輪組)
GNP2130138	GROUP,壓力開關線 PCB 0.5mmx2Cx2.5M (INSPIRE/V-8
P325099326	GROUP,安全開關組 B/M/SUPER 0.5mm*2c*4.5M SHIN
336069216	GROUP,復歸料勾組 ASSY LEVA BILANCINO BOSS/M-B/
D55500021-A	GROUP,手控盒組 (伺服-PCB) (含啟動電源功能) BOSS/
G325069356	GROUP,拖板 ASSY SLITTA MOV. BILANCINI B/M/SUPER
325069356	GROUP,拖板 ASSY SLITTA MOV. BILANCINI B/M/SUPER
325069336	GROUP,擋料勾 ASSY LEVA BILANCI BOSS/MINIBOSS/SU
325049376	GROUP,支撐固定座 ASSY LISTELLO AGGANCI B/M/SU
336030320	GROUP,旋轉把手 CRANK MANOVRA M ANUALE SU BO
GNP800540	GROUP,標準介面接頭組(公),(21G1+4G2.5)*3.5M複合
GNP800550	GROUP,標準介面接頭組(公),(21G1+4G2.5)*5.0M複合
079009526	GROUP,標準介面接頭組(公),(21G1+4G2.5)*6.0M複合
GNP800920	GROUP,標準介面接頭組(公),(21G1+4G2.5)*7.0M複合
GF85001106	GROUP,正向控制盒架模組 BOSS/SUPER/HA正反向/ID
211009120	GROUP,油刷盒ASSY 前導管用
212009106	GROUP,油刷盒組ASSY RECUPERO C/TELESCOPICO 伸縮
G325069376	GROUP,砲台 ASSY VITE LUNGA BOSS/MINIBOSS/SUPER

Shelf	5	0	14,00
Bin (small parts on the	5	0	39,00
Bin (small parts on the	5	0	53,00
Shelf	5	5	229,00
Shelf	5	10	612,00
Shelf	5	0	2,00
Shelf	5	0	46,00
Bin (small parts on the	5	0	116,00
Bin (small parts on the	5	5	860,00
Bin (small parts on the	5	10	273,00
Shelf	5	0	7,00
Shelf	5	0	0,00
Shelf	5	5	65,00
Shelf	5	5	216,00
Shelf	5	0	6,00
Shelf	5	0	77,00
Shelf	5	0	10,00
Shelf	5	0	2,00
Shelf	5	0	18,00
Bin (small parts on the	5	0	0,00
Bin (small parts on the	5	0	0,00
Pallet on the ground	5	0	0,00
Bin (small parts on the	5	5	329,00
Bin (small parts on the	5	0	116,00
Bin (small parts on the	5	5	743,00
Bin (small parts on the	5	5	860,00
Bin (small parts on the	5	5	75,00
Bin (small parts on the	5	5	429,00
Bin (small parts on the	5	20	1066,00
Bin (small parts on the	5	20	1119,00
Bin (small parts on the	5	5	328,00
Bin (small parts on the	5	10	738,00
Bin (small parts on the	5	50	5377,00
Shelf	5	10	1066,00
Bin (small parts on the	5	10	1102,00
Shelf	5	5	220,00
Shelf	5	5	182,00
Shelf	5	0	16,00
Shelf	5	0	1,00
Bin (small parts on the	5	10	774,00
Bin (small parts on the	5	5	240,00
Bin (small parts on the	5	0	4,00
Bin (small parts on the	5	5	328,00

325069376	GROUP,砲台 ASSY VITE LUNGA BOSS/MINIBOSS/SUPER
336069340	GROUP,砲座 ASSY LEVA BOSS/MINIBOSS/SUPER
GNP2010805	GROUP,磁簧開關 Air-TAC CS1-J2C*5M 含端子及連接器
336049300	GROUP,螃蟹 ASSY SUPPORTO INNES TI ESTRAZIONE B/
405068186	GROUP,調整臂組 STEADY 326/IDEAL 438
325069366	GROUP,調節器 ASSY LEVA COMANDO BILANC. BOSS/M
GNP2080243	GROUP,變壓器線材組 (子件GNP2130144 to GNP21301
D55500172-C	GROUP,配電盤組(PCB)伺服-標準 士林(1N)+西門子 BC
G36101025	GROUP,銅接地線組
GNP800050	GROUP,電源介面線TSUGAMI BS20雙線號D3 -178129-
GNP2130127	GROUP,電磁閥控制線組(PCB) 0.5mm ² x2Cx1.8M 不含插
GNP2130197	GROUP,電磁閥控制線組(PCB) 0.5mm ² x2Cx1.8M 不含插
GNP2130191	GROUP,電磁閥控制線組(Y端) 0.5mm ² x2Cx1.8M 不含插
GNP2130139	GROUP,電磁閥控制線組(Y端) 0.5mm ² x2Cx1.8M 不含插
405179106	GROUP,電磁閥模組(六連座/五個電磁閥)+壓力開關組
G204392109	伸縮導管組含回油盒 D= 9 M-BOSS/SUPER Max=739mm
G204582313D	伸縮導管組含回油盒 D=13 BOSS Max=930mm ; Min=
G204302313	伸縮導管組含回油盒 D=13 M-BOSS/SUPER Max=632mm
G204392113	伸縮導管組含回油盒 D=13 M-BOSS/SUPER Max=739mm
G204392116	伸縮導管組含回油盒 D=16 M-BOSS/SUPER Max=739mm
G204582318D	伸縮導管組含回油盒 D=18 BOSS Max=930mm ; Min=
G204302318	伸縮導管組含回油盒 D=18 M-BOSS/SUPER Max=632mm
G204392118	伸縮導管組含回油盒 D=18 M-BOSS/SUPER Max=739mm
G204582322D	伸縮導管組含回油盒 D=22 BOSS Max=930mm ; Min=
G204302322	伸縮導管組含回油盒 D=22 M-BOSS/SUPER Max=632mm
G204392122	伸縮導管組含回油盒 D=22 M-BOSS/SUPER Max=739mm
G204394922	伸縮導管組含回油盒 D=22 M-BOSS/SUPER Max=889mm
G204302324	伸縮導管組含回油盒 D=24 M-BOSS/SUPER Max=632mm
G204392124	伸縮導管組含回油盒 D=24 M-BOSS/SUPER Max=739mm
G204582326D	伸縮導管組含回油盒 D=26 BOSS Max=930mm ; Min=
G204302326	伸縮導管組含回油盒 D=26 M-BOSS/SUPER Max=632mm
G204392126	伸縮導管組含回油盒 D=26 M-BOSS/SUPER Max=739mm
G204582328D	伸縮導管組含回油盒 D=28 BOSS Max=930mm ; Min=
G204201728	伸縮導管組含回油盒 D=28 M-BOSS/SUPER Max=439mm
G204302328	伸縮導管組含回油盒 D=28 M-BOSS/SUPER Max=632mm
G204392128	伸縮導管組含回油盒 D=28 M-BOSS/SUPER Max=739mm
G204392131	伸縮導管組含回油盒 D=31 BOSS/SUPER Max=741mm
G204582333D	伸縮導管組含回油盒 D=33 BOSS Max=930mm ; Min=
G204392133	伸縮導管組含回油盒 D=33 BOSS/SUPER Max=741mm
G204302333	伸縮導管組含回油盒 D=33 M-BOSS/SUPER Max=632mm
GNP800230	信號線公接頭 7Cx1 (台灣:7C*0.75*6M 雙線號) φ30 (I
GNP800030	信號線公接頭(90度) MS3108B 20-27P+14G0.75x6M雙
GNP800620	信號線軍規直接頭(公)+電纜夾 MS3106A 28-21P 37P

GNP800930	信號線軍規直接頭 (公)+電纜夾 MS3106A 28-21P 37P
GNP800590	信號線軍規直接頭組 (公) MS3106B 28-21P 37PINx5M
GNP800790	信號線軍規直接頭組 (公) MS3106B 28-21P 37PINx8M
GNP800110	公介面線組CITIZEN車床用 22PIN (21G1+4G2.5)*6M M
GNP800950	公介面線組CITIZEN車床用 22PIN (21G1+4G2.5)*7M M
GNP800800	電源線公接頭 MS3106B 18-10P + 4G2.0x8.0M
GNP800020	電源線公接頭 MS3106B 18-10P+4G 2.0x6M
GNP800940	電源線公接頭 MS3106B 18-10P+4G 2.0x7M
336129336	GROUP,出棒門.氣壓式(新) BOSS/MINIBOSS/SUPER
GHA040140	GORUP,送料車組 HA-216/212
336229000	GROUP,同步皮帶組-單缸(標準行程=400mm)
405038016	GROUP,馬達傳動組-反向/士林1N (INSPIRE/STEADY32
405039016	GROUP,馬達傳動組-正向/士林1N (INSPIRE/STEADY32
D55500090IEM-A	GROUP,STEADY 212 人機介面操作盒組/彩色人機 by
GHA120020	GROUP,上料管支架組 HA-216/212
405089026	GROUP,上膠管開合汽缸組A(含磁簧開關)(INSPIRE/ST
405089036	GROUP,上膠管開合汽缸組B(不含磁簧開關)(INSPIRE/
GNP000065	GROUP,上蓋鈹調整座組 SUPER 326
GNP000066	GROUP,上蓋鈹調整座組 SUPER 326
GNP000067	GROUP,上蓋鈹調整座組 SUPER 326
GNP000165	GROUP,上蓋鈹調整座組 SUPER 326(搭配快拆式料管
GNP000166	GROUP,上蓋鈹調整座組 SUPER 326(搭配快拆式料管
GNP000167	GROUP,上蓋鈹調整座組 SUPER 326(搭配快拆式料管
GHA030020	GROUP,下料馬達組 HA-216/212
GHA060190	GROUP,中入料架組 HA-212
GNP2130113	GROUP,人機介面操作盒電纜線組 0.75mm*10c*3M S
GHA120206	GROUP,伸縮導管組 D=ψ 8 (6型) Max=615mm ; Min=
GHA120210	GROUP,伸縮導管組 D=ψ12 (10型) Max=615mm ; Min
GHA120212	GROUP,伸縮導管組 D=ψ14 (12型) Max=615mm ; Min
D55320020	GROUP,伺服馬達組 (士林1N) 400W SUPER 25/32/37
GHA120090	GROUP,作動機構組 HA-216/212
GHA120160	GROUP,傳動組 STEADY 212 (台達100W)
GHA060140	GROUP,入料架組 HA-212
GHA060200	GROUP,入料架組 HA-212
GHA060160	GROUP,入料架組(中後) HA-212
405928016	GROUP,出棒門組-反向 STEADY 326
405920016	GROUP,出棒門組-正向 STEADY 326
G328130106	GROUP,刻度表組件 SUPER 326
328991786	GROUP,刻度表組件 SUPER 432
GHA120080	GROUP,前傳動座 HA-216/212
GHA120100	GROUP,前傳動組 HA-216/212
GHA060180	GROUP,前入料板組 HA-212
GHA060170	GROUP,前入料架組 HA-212

Shelf	5	0	0,00
Shelf	5	0	1,00
Shelf	5	0	1,00
Shelf	5	0	1,00
Shelf	5	0	0,00
Shelf	5	0	1,00
Shelf	5	0	0,00
Shelf	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	20	1066,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	15,00
Bin (small parts on the shelf)	5	10	717,00
Pallet on the ground	5	0	31,00
Pallet on the ground	5	0	12,00
Shelf	5	0	11,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	88,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	43,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	43,00
Bin (small parts on the shelf)	5	50	5890,00
Bin (small parts on the shelf)	5	10	1081,00
Bin (small parts on the shelf)	5	5	539,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	226,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	34,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	17,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	18,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	103,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	17,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Pallet on the ground	5	5	559,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	18,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	15,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	148,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	15,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	15,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	25,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	10,00
Bin (small parts on the shelf)	5	5	481,00
Bin (small parts on the shelf)	5	2	78,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	15,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	18,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	15,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	15,00

GNP000027	GROUP,前置回行機構固定支座組 SUPER 326
405118016	GROUP,反向-夾刀組(INSPIRE/STEADY326)
405948056	GROUP,同步機構座組-反向 STEADY326
405940056	GROUP,同步機構座組-正向 STEADY326
GHA040160	GROUP,同步皮帶組 HA-216/212
GNP2130114	GROUP,同步裝置控制線 CW1 2Cx0.5mm ² x5M (for HA
GNP2050705	GROUP,四連座電磁閥模組1/4" (一次+出棒門) SUPER
GHA060150	GROUP,夾刀入料架組 HA-212
GNP000029	GROUP,夾料器 SUPER 326
GNP000089	GROUP,導輪架總成(右) SUPER 326
GNP000098	GROUP,導輪架總成(左) SUPER 326
GNP000068	GROUP,彈簧組 SUPER 326
GHA060060	GROUP,後入料架組 HA-216/212
GNP000028	GROUP,後置回行機構固定支座組 SUPER 326
D55500034	GROUP,手控盒組 for HA (士林/台達)
GHA120040	GROUP,推桿支架組 HA-216/212
GHA060130	GROUP,曲柄組 HA-216/212
405068196	GROUP,曲柄組-短 (反向) INSPIRE320/STEADY326
405060196	GROUP,曲柄組-短 (正向) INSPIRE 320/STEADY 326
405068066	GROUP,曲柄組-長 (反向) INSPIRE 320/STEADY 326
405060066	GROUP,曲柄組-長 (正向) INSPIRE 320/STEADY 326
405068268	GROUP,曲柄連動桿組-LL(反向) STEADY 326
405060268	GROUP,曲柄連動桿組-LL(正向) STEADY 326
405110016	GROUP,正向-夾刀組(INSPIRE/STEADY326)
GNP000063	GROUP,汽缸組總成 SUPER 326
GHA070020-G1	GROUP,油幫浦組 HA ; Inspire 320
405108116	GROUP,油幫浦組(1/6HP) STEADY
GNP2080216	GROUP,油幫浦電源線 M10 4Cx2.0mmx4.5M Steady
GNP2080204	GROUP,油幫浦電源線組 M10 4Cx2mm ² x2.5M STEADY
G36210436	GROUP,泵浦及馬達電源線組 2.0mmx4Cx1.6M (2組線)
GNP2080205	GROUP,減速馬達電源線組 3Cx2.0mm ² x2M (W2U2V2)
405898016	GROUP,滾輪前端防震組-反向 (STEADY)
405890016	GROUP,滾輪前端防震組-正向 (STEADY)
G079990016	GROUP,滾輪組
G328039300	GROUP,螺桿組 SUPER 326 (G328990070)
GHA060120	GROUP,轉軸組 HA-216/212
GHA030010	GROUP,連動減速馬達組 HA-216/212
GHA110010	GROUP,連動組 HA-216/212
405908016	GROUP,進退料組-反向 STEADY (for 平移式進退料)
405900016	GROUP,進退料組-正向 STEADY (for 平移式進退料)
D55500275	GROUP,配電盤組(PCB)伺服 士林(1N/60MR)+西門子S
GHA060110	GROUP,鏈條調整組 HA-216/212
405039026	GROUP,鏈輪組 INSPIRE 320/STEADY326

Bin (small parts on the	5	5	559,00
Bin (small parts on the	5	0	31,00
Bin (small parts on the	5	0	19,00
Bin (small parts on the	5	0	2,00
Bin (small parts on the	5	0	18,00
Bin (small parts on the	5	5	48,00
Bin (small parts on the	5	5	559,00
Bin (small parts on the	5	0	15,00
Pallet on the ground	5	5	551,00
Bin (small parts on the	5	5	559,00
Bin (small parts on the	5	5	559,00
Bin (small parts on the	5	5	551,00
Bin (small parts on the	5	0	15,00
Bin (small parts on the	5	5	559,00
Bin (small parts on the	5	0	18,00
Bin (small parts on the	5	0	42,00
Bin (small parts on the	5	0	18,00
Bin (small parts on the	5	0	93,00
Bin (small parts on the	5	0	36,00
Bin (small parts on the	5	0	75,00
Bin (small parts on the	5	0	35,00
Bin (small parts on the	5	0	18,00
Bin (small parts on the	5	0	1,00
Bin (small parts on the	5	0	13,00
Bin (small parts on the	5	5	559,00
Shelf	5	0	18,00
Pallet on the ground	5	0	43,00
Bin (small parts on the	5	0	43,00
Bin (small parts on the	5	0	18,00
Bin (small parts on the	5	0	4,00
Bin (small parts on the	5	0	36,00
Bin (small parts on the	5	0	31,00
Bin (small parts on the	5	0	12,00
Bin (small parts on the	5	50	2972,00
Bin (small parts on the	5	5	559,00
Bin (small parts on the	5	0	18,00
Bin (small parts on the	5	0	18,00
Bin (small parts on the	5	0	18,00
Bin (small parts on the	5	0	31,00
Bin (small parts on the	5	0	12,00
Pallet on the ground	5	0	34,00
Bin (small parts on the	5	0	18,00
Bin (small parts on the	5	0	90,00

GHA040030	GROUP,關閉作動組 HA-216/212
D55480000	GROUP,防震裝置組 SUPER 326
D55480010	GROUP,防震裝置組 SUPER 432
405948006A	GROUP,離合器傳動組-反向走心式 (STEADY) (鏈條同步)
405099436	GROUP,電器箱組-反向 (士林1N/60MR)+西門子 STEADY
405099446	GROUP,電器箱組-正向 (士林1N/60MR)+西門子 STEADY
405512008	伸縮導管組($\psi=8$) 含接油滑槽 Max=518mm ; Min=20
405301608	伸縮導管組($\psi=08$) 含接油滑槽 Max=357mm ; Min=1
405662411	伸縮導管組($\psi=11$) 含接油滑槽 Max=670mm ; Min=2
405301613	伸縮導管組($\psi=13$) 含接油滑槽 Max=357mm ; Min=1
405512013	伸縮導管組($\psi=13$) 含接油滑槽 Max=518mm ; Min=2
405532313	伸縮導管組($\psi=13$) 含接油滑槽 Max=530mm ; Min=2
405662413	伸縮導管組($\psi=13$) 含接油滑槽 Max=670mm ; Min=2
405532317	伸縮導管組($\psi=17$) 含接油滑槽 Max=530mm ; Min=2
405662417	伸縮導管組($\psi=17$) 含接油滑槽 Max=670mm ; Min=2
405301621	伸縮導管組($\psi=21$) 含接油滑槽 Max=357mm ; Min=1
405512021	伸縮導管組($\psi=21$) 含接油滑槽 Max=518mm ; Min=2
405662421	伸縮導管組($\psi=21$) 含接油滑槽 Max=670mm ; Min=2
405512024	伸縮導管組($\psi=24$) 含接油滑槽 Max=518mm ; Min=2
405532324	伸縮導管組($\psi=24$) 含接油滑槽 Max=530mm ; Min=2
405662424	伸縮導管組($\psi=24$) 含接油滑槽 Max=670mm ; Min=2
405512026	伸縮導管組($\psi=26$) 含接油滑槽 Max=518mm ; Min=2
405662426	伸縮導管組($\psi=26$) 含接油滑槽 Max=670mm ; Min=2
GNP2130123	台達人機訊號線 (for 3.7吋螢幕) D-SUB 9pin(公) 0.5m
GHA070190IEM	電器箱組-PCB版 配台達100W馬達 含D55500176-A配
328139046	GROUP, 防震汽缸組 for IEMCA
D70730001-A	附件箱 ATTACHMENT BOSS 25~44 (平板腳座)
DG1730001-A	附件箱,ATTACHMENT IDEAL 438 (平板腳座)
D50730001-A	附件箱,ATTACHMENT M-BOSS 25~37 (平板腳座)
DGH730001-A	附件箱,ATTACHMENT STEADY 212 (平板腳座)
D27730001K	附件箱,ATTACHMENT STEADY 320 (for 韓國)
D27730001-A	附件箱,ATTACHMENT STEADY 326(鏈條同步)
D55730001-A	附件箱,ATTACHMENT SUPER 326 (平板腳座)
D68730001	附件箱,ATTACHMENT V-80

Bin (small parts on the shelf)	5	0	68,00
Pallet on the ground	5	5	481,00
Pallet on the ground	5	0	78,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	16,00
Pallet on the ground	5	0	25,00
Pallet on the ground	5	0	10,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	0,00
Bin (small parts on the shelf)	5	0	15,00
Shelf	5	0	18,00
Shelf	5	0	0,00
Pallet on the ground	5	0	0,00
Pallet on the ground	5	0	0,00
Pallet on the ground	5	0	0,00
Pallet on the ground	5	0	0,00
Pallet on the ground	5	0	0,00
Pallet on the ground	5	0	0,00
Pallet on the ground	5	0	1,00
Pallet on the ground	5	0	0,00

Bibliografia

- [1] A. Pareschi. *Impianti Industriali. Criteri di scelta, progettazione e realizzazione*. Società Editrice Esculapio. Seconda Edizione, 2007.
- [2] A. Pareschi, E. Ferrari, A. Persona, A. Regattieri. *Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario con applicazioni numeriche e progettuali*. Società Editrice Esculapio. Seconda Edizione, 2011.
- [3] R. Manzini, A. Regattieri. *Manutenzione dei Sistemi di Produzione. Modelli e metodi per la gestione della produttività, della qualità e della sicurezza*. Progetto Leonardo, Bologna. Seconda Edizione, 2007.
- [4] C. Mora. *Progettazione di Sistemi di Produzione Avanzati. Progettazione del layout di impianti industriali: il software LRP (Logistic and Relayout Program)*. Materiale didattico Sistemi di Produzione Avanzati M. Anno accademico 2017/2018.
- [5] Hiroyuki Hirano. *JIT Implementation Manual. The Complete Guide To Just - in - Time Manufacturing. Volume 1: The Just - in - Time Production System*. CRC Press. Second Edition.
- [6] Netech S.r.l., Matteo Tondini, Nicola Xella. *IEMCA*. www.iemca.com.

Ringraziamenti

La stesura di questo elaborato è il passo conclusivo di un tirocinio curricolare di fondamentale importanza per la mia crescita personale e professionale, in quanto mi ha permesso di venire a contatto con il mondo dell'automazione industriale in un ambiente strutturato e dinamico come la IEMCA ed il gruppo Bucci.

Ringrazio sentitamente il tutor aziendale Andrea Drei per il tempo e le energie che ha dedicato alla mia formazione, il manager delle risorse umane Nicola Gasparoni per l'interesse e la fiducia che mi ha dimostrato in fase di selezione, Raich Wang per l'ospitalità e la collaborazione, Marco Corsi per i preziosi consigli e tutti i colleghi che mi hanno accolto nel migliore dei modi.

Ringrazio il professor Alberto Regattieri, relatore, ed il professor Emilio Ferrari, correlatore, che hanno saputo trasmettermi un forte interesse per gli insegnamenti di cui sono titolari, guidando inoltre la stesura del mio progetto di tesi con attenzione e professionalità.

Vorrei infine ringraziare tutti coloro che mi hanno supportato in questi importantissimi e spesso faticosi anni di studio: un abbraccio particolare alla mia famiglia, che con affetto e costanza ha sempre creduto in me.