



Industrial Design Manufacturing&Plants

La progettazione del plant

**Marco Raimondi
(mraimondi@liuc.it)**

8. Definizione delle attrezzature e degli stampi

Elencare e costificare:

- gli stampi necessari per la produzione di componenti “custom”
- le attrezzature per la produzione e l'impianto, ad esempio:

- Banchi di lavoro (€)

steel frames	400
hooks press	2.100
nails press	800
electrical system	200
quality press	5.000
tot x table	8.500
5 tables	42.500

- Scaffalature (€)

shelves and racks	600
tot x table	600
5 tables	3.000

- Contenitori vari per la movimentazione (€)

20 plastic boxes (200x150x145)	31
20 plastic boxes (300x200x145)	51
40 hooks x label	25
tot x table	107
5 tables	535

Gli stampi

- **Le scelte tecnologiche sono determinanti per i costi degli stampi e delle attrezzature:**
 - **Termoiniezione, termoformatura, soffiatura e stampaggio rotazionale dei materiali plastici**
 - **Fusione dell'acciaio e della ghisa**
 - **Fusione e pressofusione dell'alluminio**
 - **Stampaggio, imbutitura e tranciatura delle lamiere**
 - **Laminazione, trafilatura, rullatura dell'acciaio**
 - **Stampaggio della gomma**
 - **Saldatura e puntatura**
 - **Assemblaggio**

9. Confezionamento

- **L' imballaggio, per la normativa europea, è il prodotto, composto di materiali di qualsiasi natura, adibito a:**
 - contenere e a proteggere le merci, dalle materie prime ai prodotti finiti,
 - consentire la loro manipolazione e la loro consegna dal produttore al consumatore o all'utilizzatore
 - assicurare la loro presentazione
- **L'imballaggio deve rispettare una serie di obiettivi, quali proteggere la merce, evitare furti, essere economico, e rispettare un equilibrio tra le sue prestazioni e il suo costo, sia dal punto di vista del materiale impiegato, sia del tempo impiegato per realizzare l'operazione di imballaggio. Dal punto di vista ecologico è importante che per gli imballaggi vengano usati materiali facilmente riciclabili e nella minor quantità possibile**
- **Gli imballaggi, secondo la classificazione riportata nel decreto Ronchi sono distinti in tre tipologie o categorie funzionali: imballo primario, imballo secondario, imballo terziario.**

Tipi di imballo

- **Imballo primario:** L'imballaggio primario (imballaggio per la vendita) è un imballaggio concepito in modo da costituire, nel punto di vendita, un'unità di vendita per l'utente finale. Una scatola, una bottiglia, una lattina, ...
- **Imballo secondario:** L'imballaggio secondario (imballaggio multiplo) è un imballaggio concepito in modo da costituire, nel punto di vendita, il raggruppamento di un certo numero di unità di vendita, indipendentemente dal fatto che sia venduto come tale all'utente finale o al consumatore, o che serva soltanto a facilitare il rifornimento degli scaffali nel punto di vendita. Una confezione di bottiglie, di lattine, di scatole, ...
- **Imballaggio terziario (imballaggio per il trasporto)** è un imballaggio concepito in modo da facilitare la manipolazione ed il trasporto di un certo numero di unità di vendita oppure di imballaggi multipli per evitare la loro manipolazione ed i danni connessi al trasporto (sono esclusi i container per i trasporti stradali, ferroviari, marittimi e aerei). Un pallet, uno scatolone, una cassa,...

Caratteristiche degli imballaggi

- **Le caratteristiche fisiche di un imballaggio sono dunque diverse in funzione del suo scopo principale:**
 - **Consentire la facile identificazione del suo contenuto**
 - **Presentarsi bene**
 - **Evitare danneggiamenti**
 - **Saturare i mezzi di trasporto e movimentazione**
 - **Agevolare la movimentazione interna**
 - **Consentire il pick-up dal magazzino**
 - **Essere adeguato ai mezzi per la movimentazione**
 - **Soddisfare i lotti di produzione**
 - **Dislocarsi presso le linee ed i reparti**
 - **Essere facilmente smaltibile**
 - **Impedire i furti**
 - **.....**

Imballaggi e material handling

- **In ambito industriale assume importanza anche la modalità con cui vengono movimentate e merci all'interno del processo produttivo:**
 - **Materie Prime**
 - **Componenti**
 - **Semilavorati**
 - **Prodotto finito**

Componenti

- **Imballi per poterli immagazzinare e movimentare facilmente**
 - Base rigida inforcabile (Pallet, cassone,...)
 - Dimensioni max: 1.30x1.30xh1.20
 - Dimensioni minime: Profondita': 1.20 min (Gli scaffali sono a doppia barra a distanza barre 1.0 m)
 - Se pallet con componenti sfusi: deve essere possibile rimuovere parte dei componenti e quindi rimettere il pallet in posizione in magazzino senza problemi:



Semilavorati

- **Gli imballaggi saranno di due categorie:**
 1. **Con imballo secondario: il pallet/cassone e' composto da piu' box di media/piccola dimensione. Il box va maneggiato a mano e portato in linea appoggiandolo sopra un ripiano sulle forche del muletto o su un carrello (Con motrice o senza)**
 2. **Senza imballo secondario: si porta in linea tutto il cassone che verra' depositato su basi mobili presso l'operatore di linea**



Esempio A: Present status

- **Present packaging**
- **Quantity per pallet: 3500 pcs**

- **Weight: 280 g/pcs**
- **Delivery plan: 4 weeks**
- **Delivery lead time: 10 days**
- **Supplier: nation, flexibility, reliability**



Esempio A : Future status

- **Packaging:**
 - **Secondary:**
 - Plastic boxes with 40 pcs (Weight 11.2 Kg)
 - Dimension: 600x400xh170



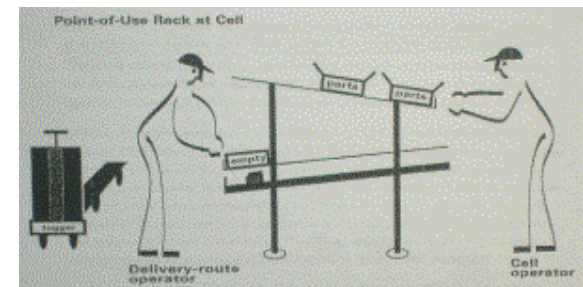
Cassella con fondo ribezzo
Art. F PA 6451 AD 01
Dim. esterna: mm 600x400x170h
Dim. int. utile: mm 555x355x150h

Cassella con fondo rinforzato
Art. F PA 6551 AD 01
Dim. esterna: mm 600x400x170h
Dim. int. utile: mm 555x355x136h



Sample: 40 pcs
on a 600x400xh220 box

- Handled by hand by the factory logistic and dropped at the point of use.
 - **Primary: pallet with boxes**
 - **1 or 2 secondary packaging every batch**
- **At the line: secondary package**

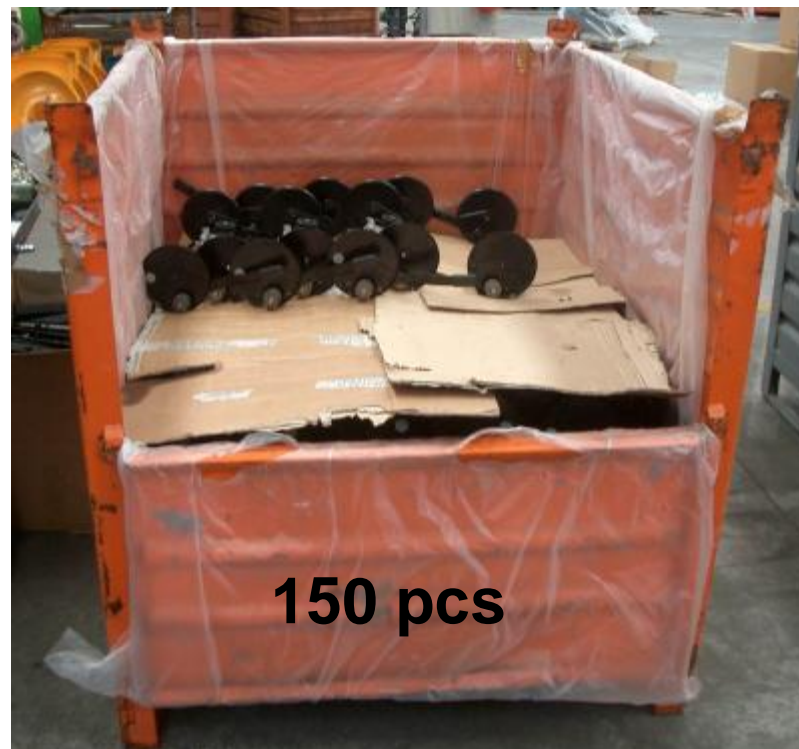


Esempio B: Present status

- **Present packaging XC07**
- **Quantity per pallet: 300-100 pcs**

Assali Posteriore Smontato	300	XC07
Assale Post Montato	150	XC07
Assale tre velocità	100	XC07
Assali per Roller	48	XC07

- **Weight: 3.4 Kg/pcs**
- **Delivery plan: 4 weeks**
- **Delivery lead time: 10 days**
- **Supplier: nation, flexibility, reliability**



Esempio B: Future status

- **Packaging: no secondary packaging**
 - Primary packaging: container 1200x800xh800



Art. FT 5040 00 01
Dimensioni ingombro:
mm 1185x780x800h



Portata
250 kg



150 - 300 pcs



- 40 pcs per container disposed on 4 layers 10 pieces each
- At the line a wheeled base is required to ease the picking and handling of the box by the assembly line operator
- Arrangement of the components:
 - 4 layers with 10 pcs each
 - Layer separation: cardboard foil
- The box will be handled from warehouse to line and vice versa

Contenitore grande

- **Contenitore grande: 1200x800xh800**
- **Si puo' portare in linea**
 - **Codice : F PT 5040 00 01**
 - **Ingombro effettivo: 1165x790x800**
 - **Dimensioni interne: 1100x730x650**
 - **Portata e peso: 250 26±3% 520**



Pallet supporto cassette

- **Dati:**
 - **Codice : F PU 2240 00 13**
 - **Per cassette**
 - **1200x800x150**
 - **Portata su piano: Kg 1500**
 - **Portata su forche Kg 4000**
 - **Tara: Kg 12±3%**
 - **Dotato di bordini in metallo**



Art. F PU 2240 00 13
Pallettes in plastica per cassette Athena
con bordi in acciaio zincato sui 4 lati
Dim.: mm 1200x800x150h



**Portata su forche
4000 Kg**

Colori contenitori

- **Possono essere usati come aiuto visuale nel semplificare il controllo della logistica**
- **Due possibili alternative uso colore contenitori:**
 - **Ogni porzione di linea ha un colore e tutti i contenitori di quella porzione sono di quel colore**
 - **Le postazioni piu' importanti hanno un colore specifico ed i contenitori relativi sono di quel colore. Mentre per le altre postazioni i contenitori sono grigi**

Accessorio porta cartellino

- Per identificare ogni cassetta che va in linea si fissa l'etichetta OVAS sulla cassetta con la molla. (Non incollare l'etichetta sulla cassetta perche non si puo' piu' staccare)

MOLLA PORTA BOLLA

La molla porta bolla viene applicata a scatto sul lato lungo o sul lato corto delle cassette Athena e Thema con la funzione di bloccare bolle o altri documenti.



Art. F PZ 0010 00 99
Molla porta bolla per cassette Athena,
Thema e Minerva



Etichettatura

- **Materiale in ingresso: etichettato dal fornitore (ma non necessariamente) e, dopo il controllo, etichettato**
- **Materiale che esce dal magazzino e va in linea: etichetta applicata al momento del trasporto in linea (Quantita' e data)**
 - **Imballo unico (Cassone): etichetta applicata sull'etichetta fornitore**
 - **Imballo secondario (Box, ,contenitore, cassetta,...): etichetta applicata sulla cassetta (Da vedere come fare per rimuoverla nel caso di contenitori da riusare)**
- **Materiale che rientra: e' gia' etichettato**
 - **Se e' un imballo primario si rideposita sullo scaffale**
 - **Se e' un imballo secondario si rideposita sul pallet o dentro il cassone primario sullo scaffale**

Confezionamento del prodotto finito

- **Metodo:**
 - Reggiatura
 - Graffatura
 - Nastratura
- **Grado di automazione:**
 - Automatico con formatura
 - Semiautomatico
 - Manuale



Prodotto finito



10 Sistemi di movimentazione

- **I costi della movimentazione possono essere molto elevati (mediamente 2/3 del costo di produzione)**
- **Il ruolo della movimentazione è assicurare la disponibilità dei materiali facilitando il più possibile lo svolgimento del processo**
- **Caratteristiche:**
 - **Efficacia (Tempestività e Sicurezza)**
 - **Efficienza (Costi e Precisione)**
- **La movimentazione coinvolge anche materiali accessori: gli scarti, le attrezzature, i ricambi, parti di macchine, cancelleria, ...**

Una corretta movimentazione

- **Consente numerosi vantaggi:**
 - **Riduzione dei costi:**
 - Movimentare il meno possibile
 - Ridurre le distanze
 - Sfruttare meglio gli spazi
 - Aumentare la produttività
 - **Riduzione scarti:**
 - Non danneggiare la merce
 - Migliorare il controllo
 - **Miglioramento dell'efficienza:**
 - Razionalizzazione dei magazzini
 - Rotazione delle merci
 - **Miglioramento delle condizioni di lavoro:**
 - Sicurezza delle operazioni
 - Riduzione della fatica

Principi della Movimentazione

- **Principio del carico unitario**
- **Evitare carichi parziali**
- **Principio della minima distanza**
- **Regola della linearità del flusso**
- **Principi del minimo tempo di movimentazione**
- **Principio della gravità**
- **Regola della bidirezionalità**
- **Principio dell'automazione**
- **Principio dei sistemi integrati**
- **Integrazione del flusso di materiali e di informazioni**
- **Regola della costanza dell'orientamento delle parti**

Mezzi di movimentazione

- **Carrelli a mano**
- **Carrelli motorizzati: Carrelli frontali**
 - **Carrelli retrattili**
 - **Traslo**
 - **Carrelli Commissionatori**
 - **Trenino**
- **Gru, monorotaie e montacarichi**
- **Convogliatori (a nastro, a rulli ..)**
- **Veicoli a guida automatica (AGV)**







11. Ricevimento merci

- **Quali vie:**
 - Ruota
 - Ferrovia
 - Mare
 - Aereo
- **Quali attori:**
 - Mezzi propri
 - Corrieri tradizionali
 - Corrieri express
 - Groupage
 -
- **Quali mezzi:**
 - Container: 20", 40", 40" HC
 - Bilici: 12800x240x240, gran volume
 - Furgoni: colli singoli
 - Mezzi dedicati
- **Come scaricare le merci:**
 - Piazzali
 - Ribalte
 - Sistemi dedicati
 -





12. Modalità di stoccaggio

- **Supporto fisico:**
 - **Accatastamento**
 - **Scaffalatura**
 - **Tradizionale**
 - » **Accessibilità**
 - » **Posti pallet**
 - **Magazzino automatico**
 - » **Costi**
 - » **Gestione**

- **Dimensionamento scaffalature e spazi**

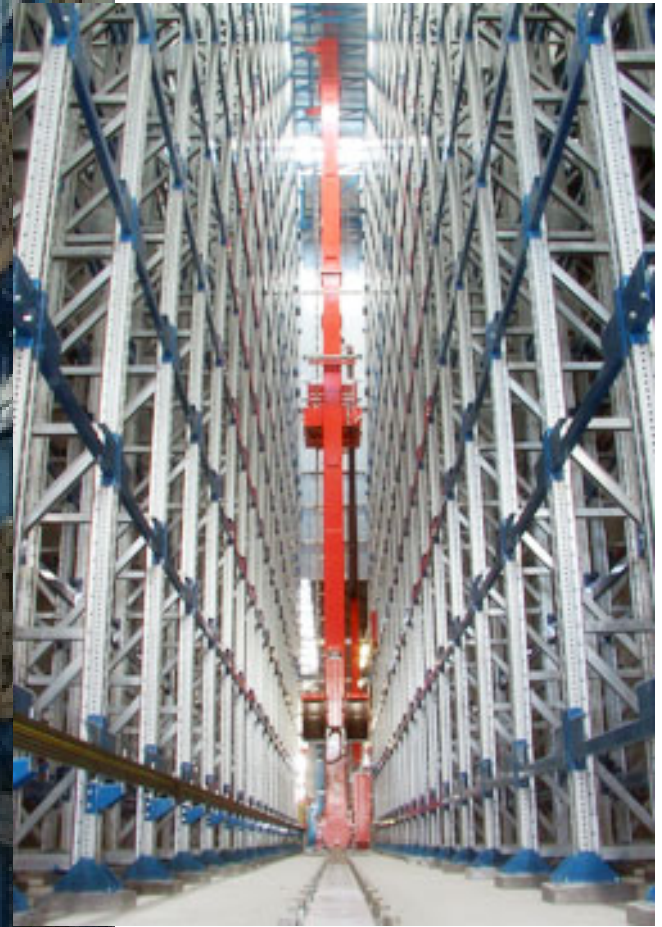
- **Alternative:**
 - **Just in time direttamente in linea**

Dimensionamento delle scorte e dei magazzini

No. Pallet esclusi motori				Tot:	263	
	No. Turni stock:	2				
	categoria componente	pcs/unit 1°pack	Pallet per turno	Pallet per n. di turni di stock	Arrotondamento all'intero superiore	primary packing
	Assali per Roller	48	8,75	17,50	18	XC07
	manico Unico 546/653/550 C/G	52	8,08	16,15	17	cassone
	manico Sup A546 C/G	52	8,08	16,15	17	cassone
	INTELAIATURA CESTO CHOPPER C	50	8,40	16,80	17	pallet
	manico Unico Ergonomico TNM C/G	56	7,50	15,00	15	cassone
	manico Sup 650 Sag HuSq C/G	56	7,50	15,00	15	cassone
	manico Sup. A548/550 C/G	60	7,00	14,00	14	cassone
	manico Unico HuSq s/plancia C/G	60	7,00	14,00	14	cassone
	manico Unico TNM Sag. HuSq C/G	60	7,00	14,00	14	cassone
	manico Sup 546 Sag. S/Sch C/G	60	7,00	14,00	14	cassone
	electricmotors	72	5,83	11,67	12	cassone
	carton box	70	6,00	12,00	12	pallet
	sacco Aspirafoglie	72	5,83	11,67	12	pallet
	TELAIO CESTO ERBA NMR620	70	6,00	12,00	12	pallet
	sacco Mini Rider	80	5,25	10,50	11	pallet
	sacco Chopper	100	4,20	8,40	9	pallet
	Assale tre velocità	100	4,20	8,40	9	XC07
	TELAIO SACCO 553 ALU	100	4,20	8,40	9	pallet
	TELAIO SACCO 530-730-930XRANG	100	4,20	8,40	9	pallet
	sacco Roller	120	3,50	7,00	7	pallet
	sacco 550	140	3,00	6,00	6	pallet







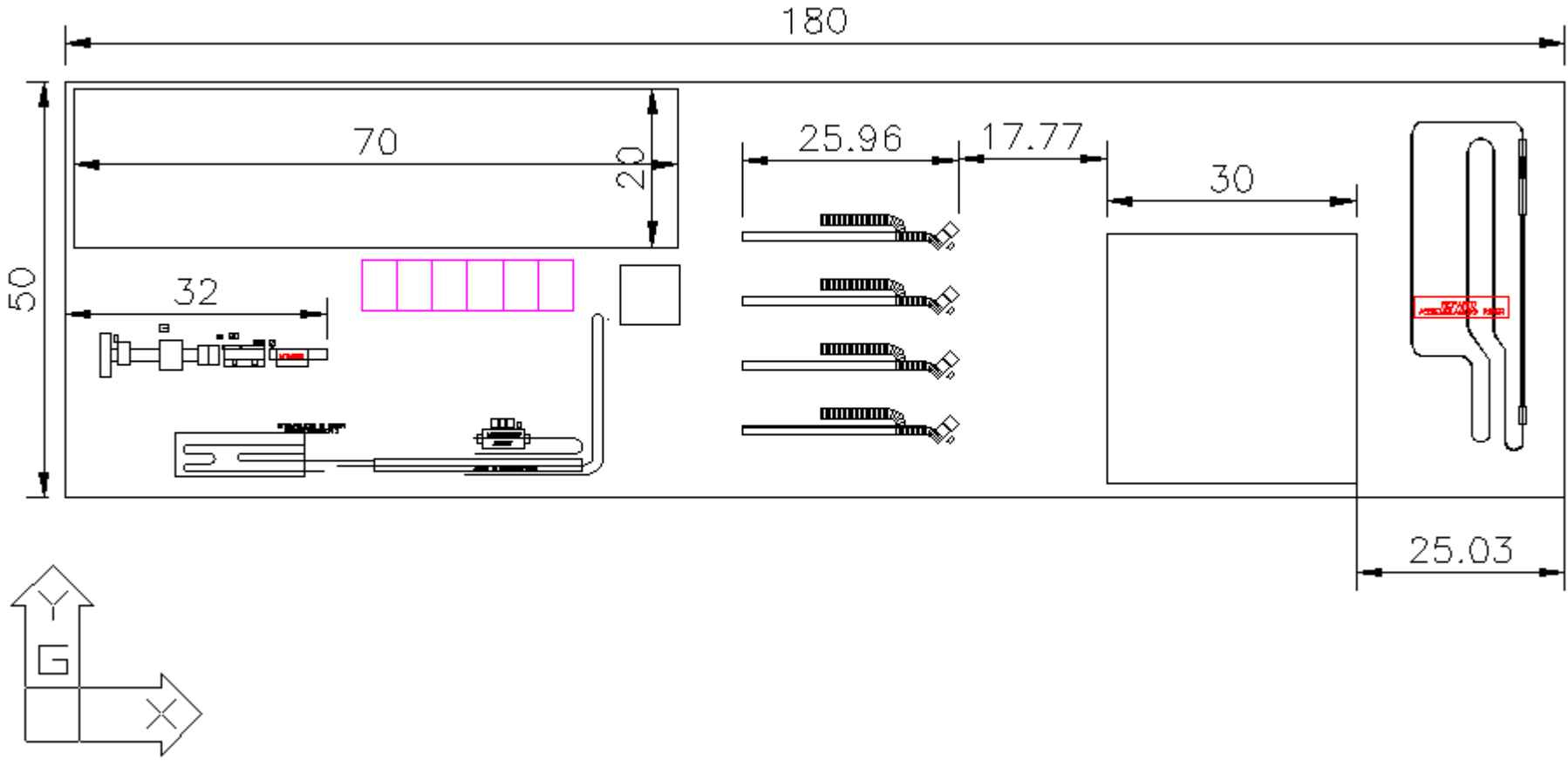


13. Spedizione merci

- **L'attività di spedizione del prodotto finito è altrettanto importante e deve analizzare le seguenti fasi in fase di studio di fattibilità:**
 - **Confezionamento**
 - **Imballaggio**
 - **Stoccaggio**
 - **Spedizione**
 - **Trasportabilità**
- **Vettori:**
 - **Flotta propria**
 - **Corrieri**
 - **Logistiche**
 - **Corrieri espressi**
- **La scelta del vettore dipende dal canale distributivo**

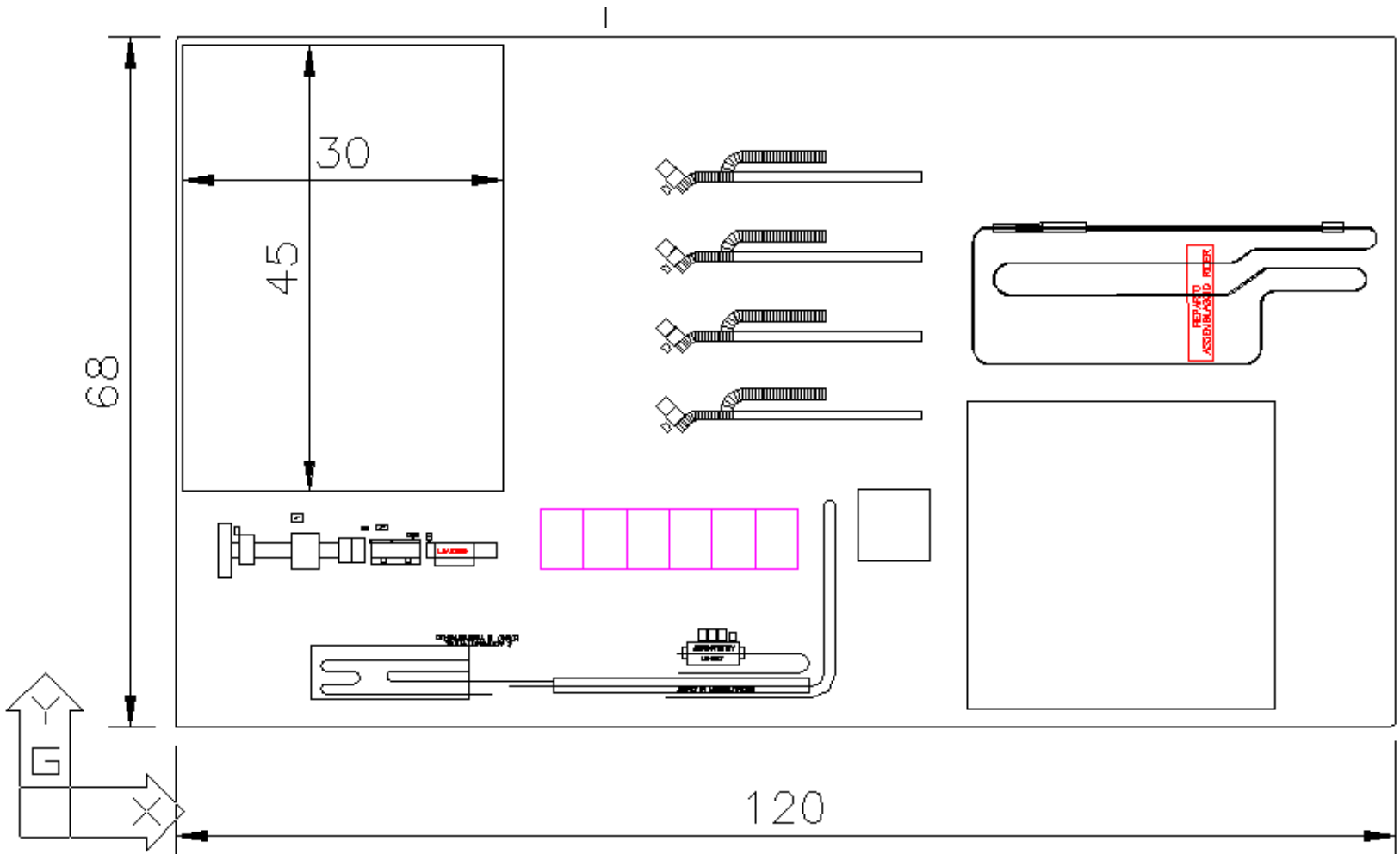
14 Layout: Flusso lineare

180 x 50=9000m²

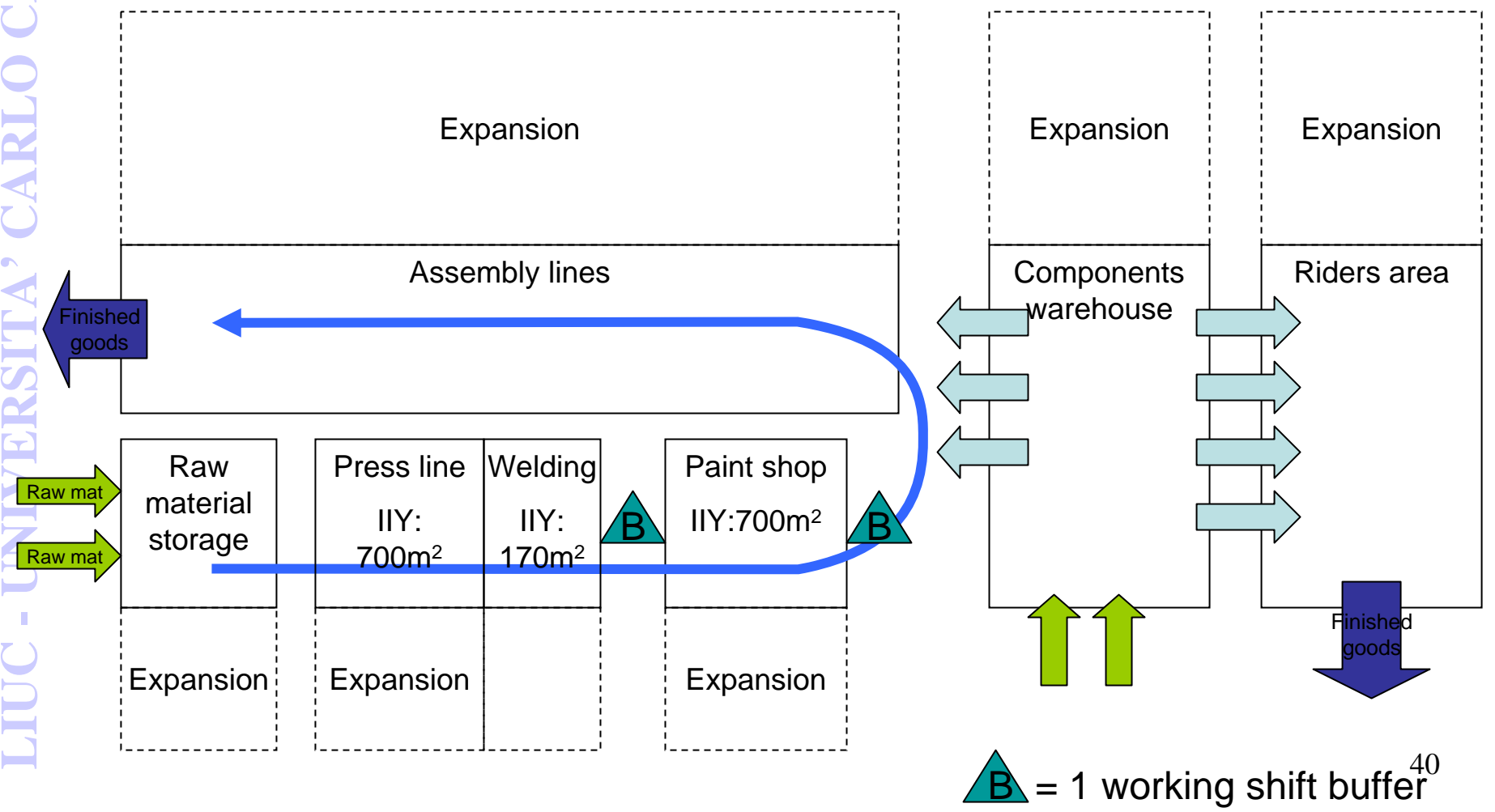


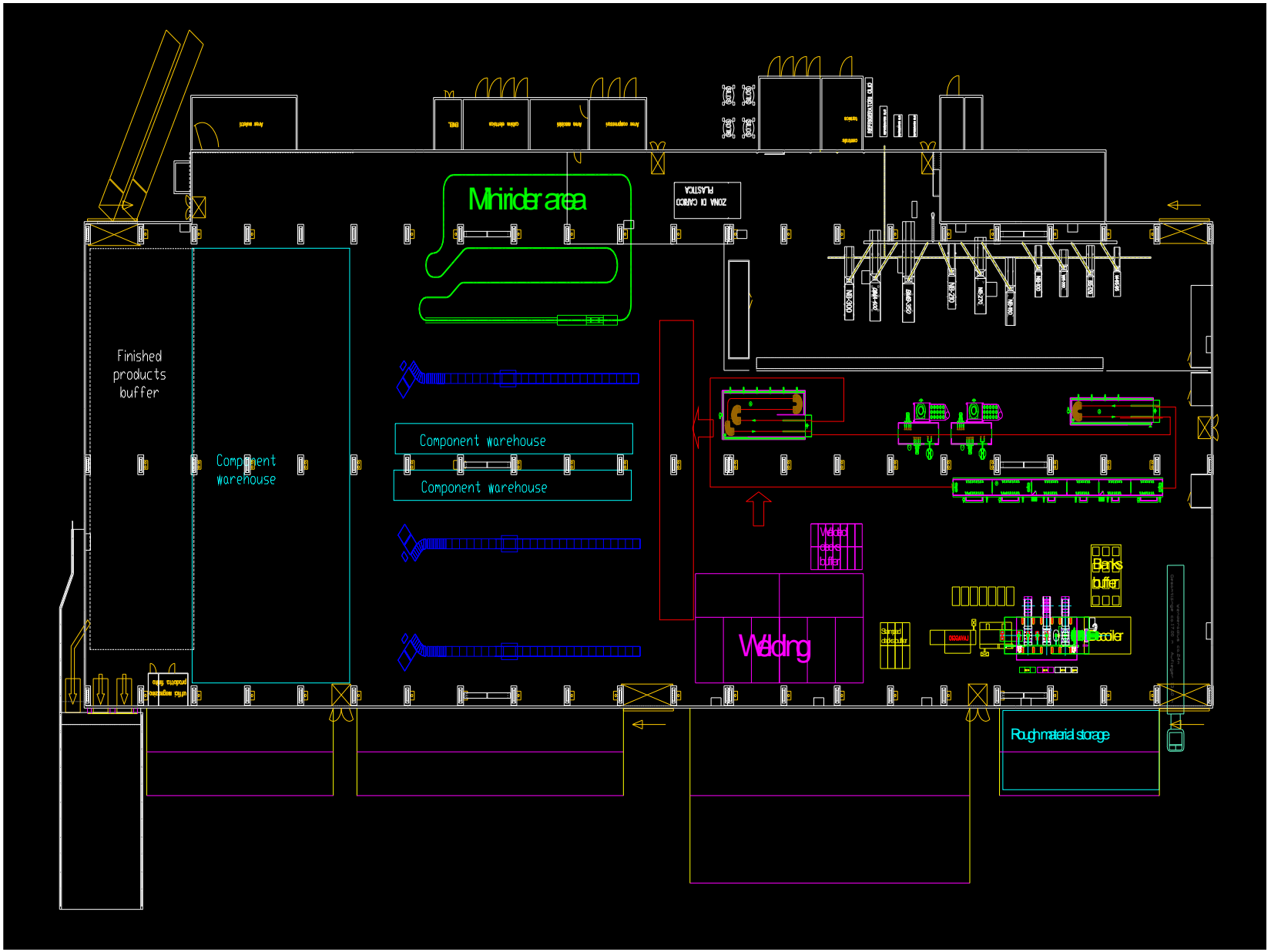
Layout: Flusso a "U"

120 x 70 = 8400m²



La soluzione migliore è legata al ciclo





15. Definizione dei flussi e dei buffers

- **E' necessario valutare attentamente le performance di ogni impianto al fine di:**
 - valutare il bilanciamento dei flussi
 - Introdurre e dimensionare i buffer necessari
- **Valutare i “numeri” chiave degli impianti: la cadenza ed il takt time**
- **Utilizzare un metodo di mappatura adeguato, ad esempio un diagramma di flusso o a stringa**

Calcolo del Takt Time

- Il Takt Time può essere definito con la seguente formula:

$$T = T_n / T_d$$

- Dove:
 - T = *Takt time* [minuti lavorativi / unità di merce prodotte]
 - T_n = *Tempo Netto di lavoro disponibile* [minuti lavorativi / giorno]
 - T_d = *Domanda, ovvero* merce richiesta dai clienti [unità di merce richieste / giorno]
- Il Tempo Netto Disponibile è l'ammontare di tempo disponibile per ultimare il lavoro.
 - Bisogna tenere conto delle pause e altri momenti in cui il lavoro è fermo (ad esempio: lavori di manutenzione, riunioni, ...). *Esempio:* Se si ha un totale di 8 ore (cioè 480 minuti) in un turno di lavoro (tempo lordo) a cui si sottraggono 30 minuti per la pausa pranzo, 30 minuti per le pause (2 pause da 15 minuti ciascuna), 10 minuti per la riunione e 10 minuti per la manutenzione, allora il Tempo Netto Disponibile per lavorare sarà: $480 - 30 - 30 - 10 - 10 = 400$ minuti
- Se il cliente aveva richiesto, ad esempio, 400 unità di merce al giorno, allora sarà necessario impiegare al massimo un minuto per ultimare ogni unità di merce, in modo da riuscire a stare al passo con la Domanda del Cliente
- In realtà, le persone e i macchinari non mantengono mai un'efficienza del 100% e ci potranno essere delle pause per altre ragioni al di fuori di quelle già viste, quindi in questo caso bisognerà tener conto di queste circostanze e perciò si dovrà attrezzare la propria linea produttiva per lavorare ad un ritmo più veloce.

Esempio di calcolo del Takt time

- La domanda per il Plant è stata calcolata pari a $T_d = 3'500 \text{ pcs/gg}$
- Supponendo di dover cambiare stampi 3 volte al giorno ed utilizzando ogni volta 30 minuti si perdono giornalmente 1.5 ore per set up
- Inoltre lavorando su turni occorre prevedere 30 minuti di pausa pranzo e 10 minuti di pause varie
- Il tempo di lavoro effettivo sarà allora:
 $24 \text{ hh/gg} - 2 \text{ hh/gg (pause)} - 1.5 \text{ hh/gg (setup)} = 20.5 \text{ hh/gg}$
- Considerando una Line efficiency pari al 90%, si avrà:
 Tempo di lavoro Netto: $T_n = 90\% * 20.5 = 18.45 \text{ hh/gg}$

Cadenza minima

$$3'500 / 18.45 =$$

Takt Time

$$19.0 \text{ sec/pcs}$$

$$\left. \begin{array}{l} 190 \text{ pcs/hour} \\ 3.20 \text{ pcs/min} \end{array} \right\}$$

Esempio di calcolo del numero di robot di saldatura necessari

For one welding station:

- Average cycle time without setup 30 pcs / hour
- Time for 3 setups / day 0.5 hours
- Working time: 22 hours / day – 1.5 20.5 working hours
- Efficiency 90%
- Net working hours/day (90%*21.7) 18.45 hours/day
- Production pcs (in 3 shifts) 18.45*30 554 pcs/day

3'500 pcs/day required



$$3'500 \text{ pcs/day} / 554 \text{ pcs} / (\text{day} * \text{station}) = 6.3 \text{ welding stations}$$

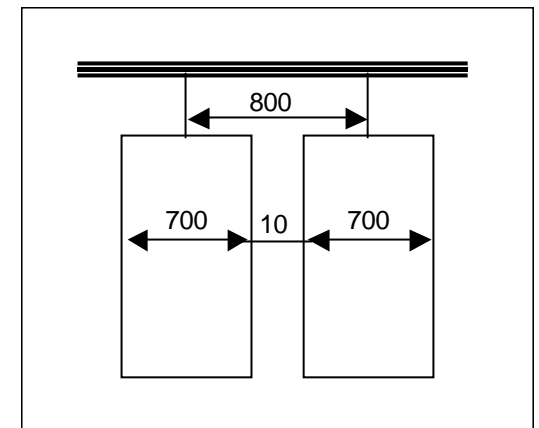
Esempio di dimensionamento di un carosello di verniciatura

Daily capacity	Pcs/day	Pcs per hook	Hooks/day
Decks (Steel+Alu)	3500	2	1750
Handle set	3500	4	875
Minirider base	44	1	44
Minirider cutting deck	44	1	44
Total			2713
Demand lawnmowers			
3500 pcs/day			
Demand minirider:			
5000 pcs/year			
3500 pcs/high season			
875 pcs/months			
43,75 pcs/day			

Data about the parts:

- Base: 700mm (Parallel to flow) x 600 (Perpendicular to flow)
- Height: 1800 mm
- Pitch between hooks: 800 mm
- Max weight at one hook: 25 Kg
- Max. distributed weight on the hook: 80 Kg/m

No. of colour change per day: 3



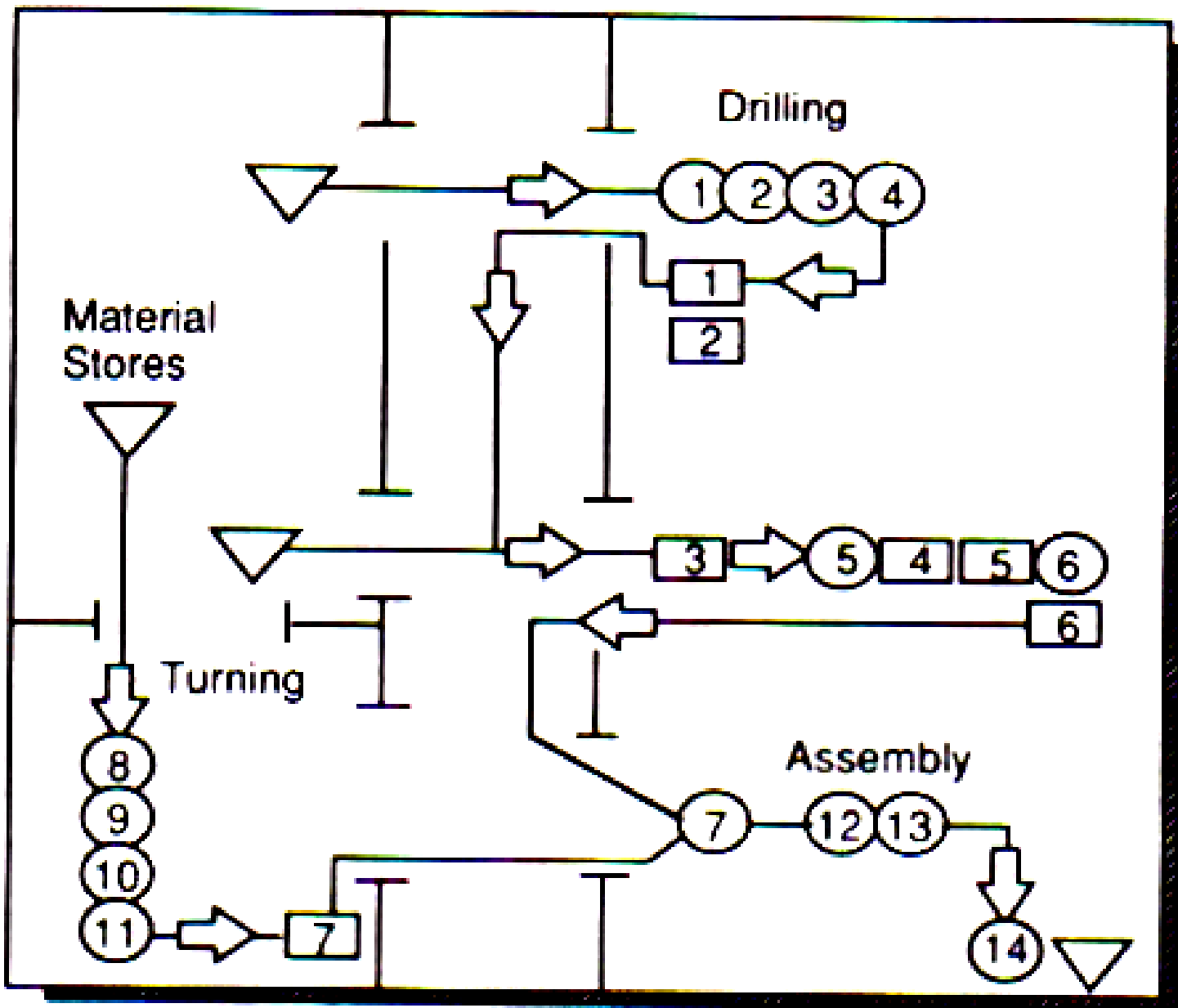
Capacity






Alternative no. 1: 3 shifts / day

Conveyor speed evaluation			Equipments lenght	Time [min]	Lenght [m]
Hooks pitch [m]	0.80		Treatment tunnel		
Colour change time [min]	20	1	Approach		2
Daily colour changes	3	2	Pickling/phosphating	4.00	8
No. of shifts per day	3	3	Draining	1.00	2
Hours per shift	7.33	4	Rinsing 1	0.75	1
Efficiency	0.90	5	Draining	1.00	2
Hours per day	18.79	6	Rinsing 2	0.75	1
Lenght to treat [m]	2170	7	Draining	1.00	2
Necessary speed [m/min]	1.93	8	Rinsing 3	0.75	1
Resulting cycle time [sec/pcs]	24.93	9	Draining	1.00	2
Reculting capacity [pcs/min]	2.41	10	Passivation	1.00	2
Reculting capacity [pcs/h]	144.38	11	Draining	1.00	2
Reculting capacity [pcs/shift]	1082.83	12	Exit		2
			Total		28
			Tunnel -> Oven		0
		13	Drying oven	14.00	27
			Oven -> Powder cabin		0
		15	Powder cabin	1.00	2
			Powder cabin -> Oven		0
		14	Curing oven	25.00	48
		15	Cooling	5.00	10
		16	Parts load/unload		10
			Grand total		124

Diagramma di flusso

- **E' una tecnica molto semplice e di base che mappa la sequenza delle attività mediante una rappresentazione con simboli standardizzati**
- **E' nata nell'ambito della produzione o comunque dei processi industriali dove è spesso importante mappare più flussi (operazioni, persone, materiali, attrezzature, ...)**
- **In ogni simbolo è possibile indicare uno o più valori degli indici di performance che si intende monitorare (costo del lavoro, costo dei materiali, tempo di ciclo, livello qualitativo, priorità , ...)**



Symbol	Process Chart			
	Outline	Flow Process Chart		Two handed (or operator)
		Man Type	Material Type	
	Operation	Operation	Operation	Operation
	Transportation	Transportation	Transportation	Transportation
	-	Inspection	Inspection	-
	-	-	Storage	Hold
	-	Delay	Delay	Delay

Simboli

Operation - indicates the main steps in a process method or procedure. Usually the part, material or product concerned is modified or changed during the operation.

Transportation - indicates the movement of workers, materials or equipment from place to place.

Storage - indicates a controlled storage in which material is received into or issued from store under some form of authorisation, or an item is retained for reference purposes.

Delay - indicates a delay in the sequence of events, for example work waiting between consecutive operations, or any object laid aside temporarily without record until required.

Inspection - indicates an inspection for quality and/or check for quantity.

Hold - indicates the retention of an object in one hand, normally so that the other hand may do something to it.

Diagramma a stringa

- **Consiste in una planimetria in scala dove sono evidenziati i movimenti di uomini e materiali mediante dei segmenti che evidenziano, in scala, i percorsi di ciascuno**
- **E' utilizzato in applicazioni industriali: il diagramma che si ottiene evidenzia bene il movimento fisico di ogni materiale sino alla sua completa trasformazione**
- **Ha ottenuto un notevole successo:**
 - **nelle applicazioni per valutare le performance dei sistemi logistici**
 - **Nella valutazione dei layout industriali, nel posizionamento di macchine ed impianti.**

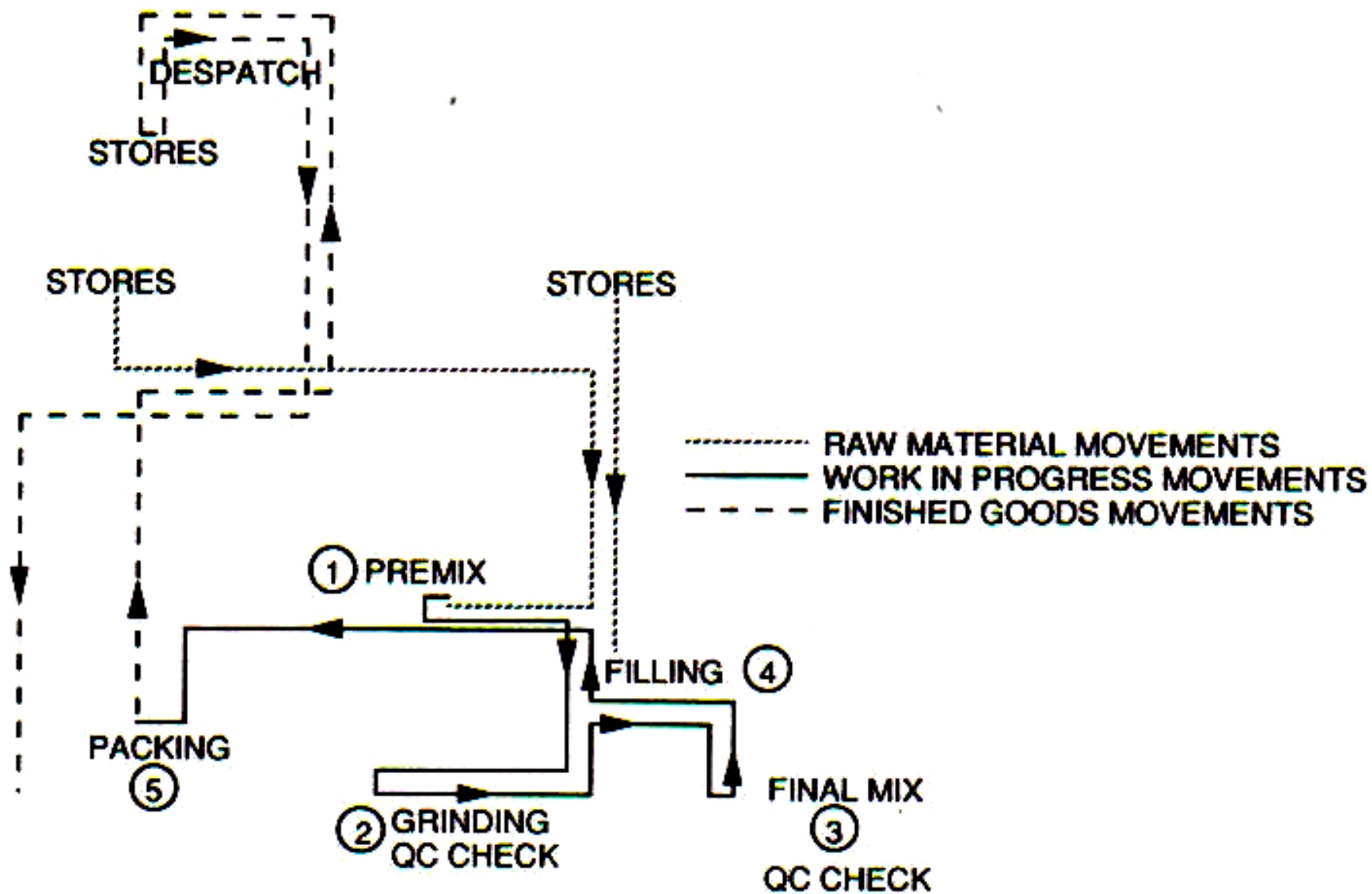
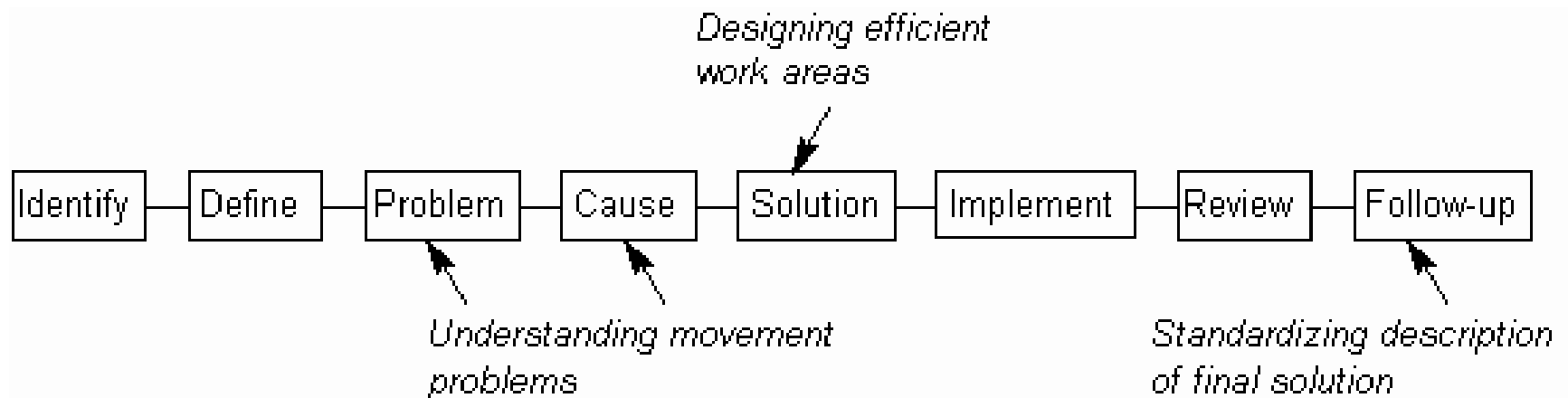


Figure A.3 A String Diagram.

Come applicarlo



Come utilizzarlo

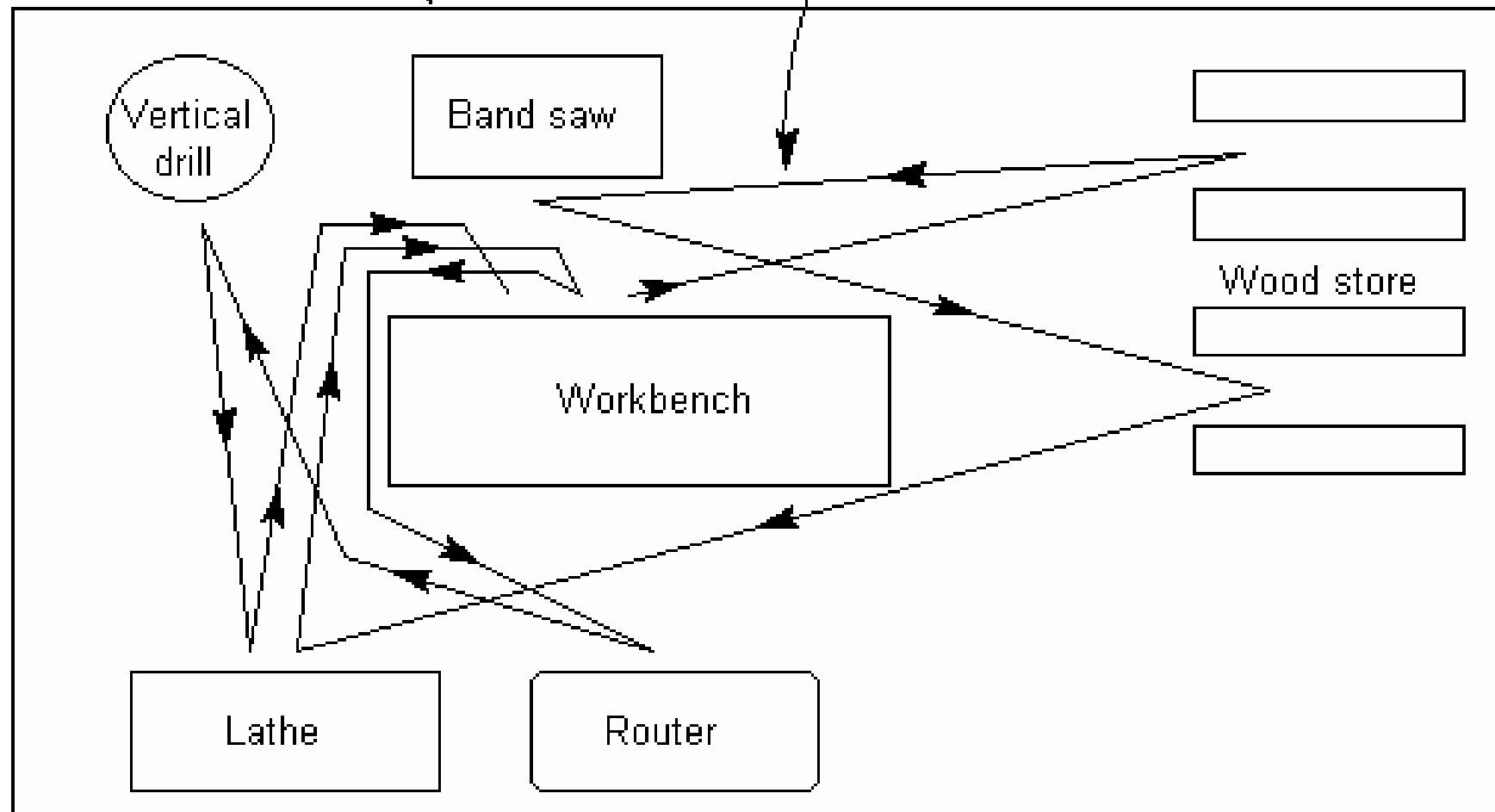
- **Il posizionamento di macchine ed impianti nei layout industriali è spesso realizzato in modo random oppure sequenzialmente da un punto di vista cronologico, senza una logica connessa all'ottimizzazione dei tempi di percorrenza o di ciclo**
- **In tali contesti è spesso difficile cogliere quali movimenti sono davvero necessari e quali sono invece da imputarsi solo a carenza progettuali del layout.**
- **Lo String Diagram è uno strumento semplice per analizzare e progettare successivamente gli spazi così che i movimenti siano minimizzati**
- **La sua denominazione deriva dal fatto che grazie alla sua rappresentazione scalare è possibile effettuare delle facili misurazioni di tempi, spazi, costi di percorrenza semplicemente misurando i segmenti o addirittura a "occhio" ed ipotizzando soluzioni diverse anche solo sulla carta**

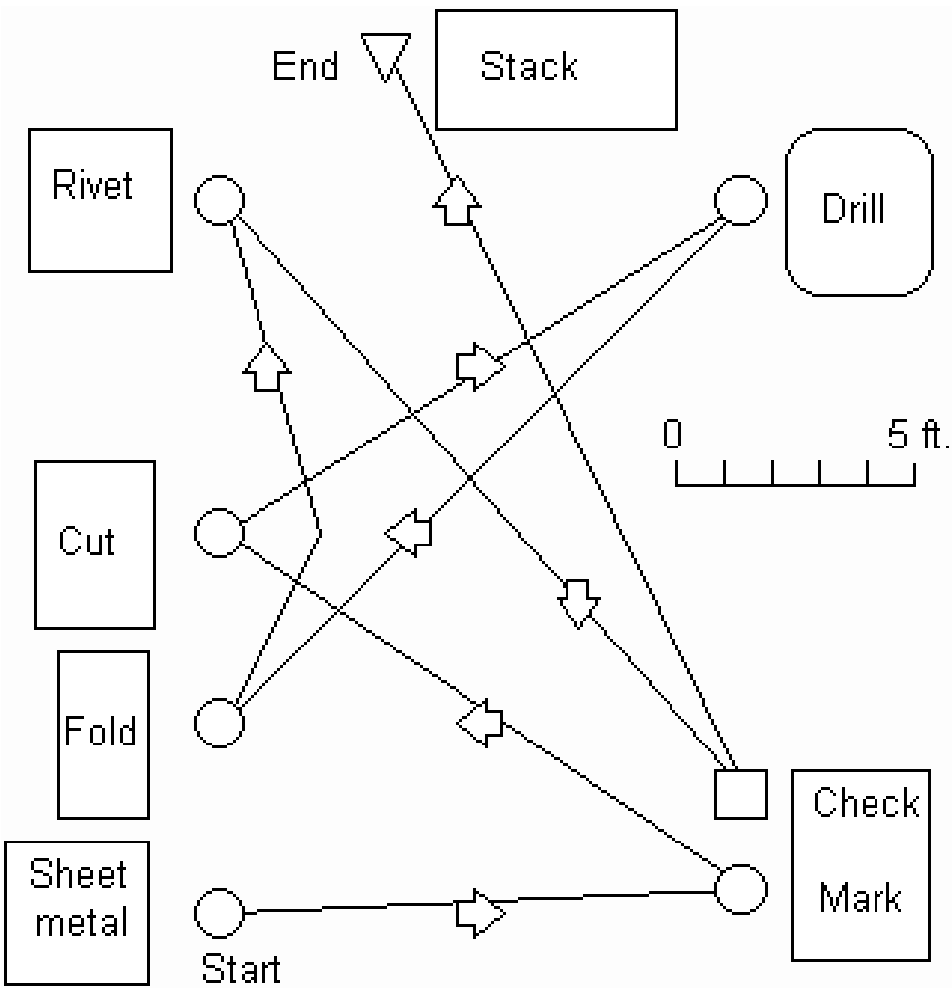
Un esempio

- **La realizzazione di un carter metallico in una officina meccanica attraverso la realizzazione in sequenza di diverse attività**
- **E' possibile minimizzare facilmente I tempi di produzione ottimizzando gli spazi percorsi dall'operatore con uno string diagram**
- **Il risultato migliore, facilmente riscontrabile anche visivamente è la classica pianta ad "U" del'impianto**

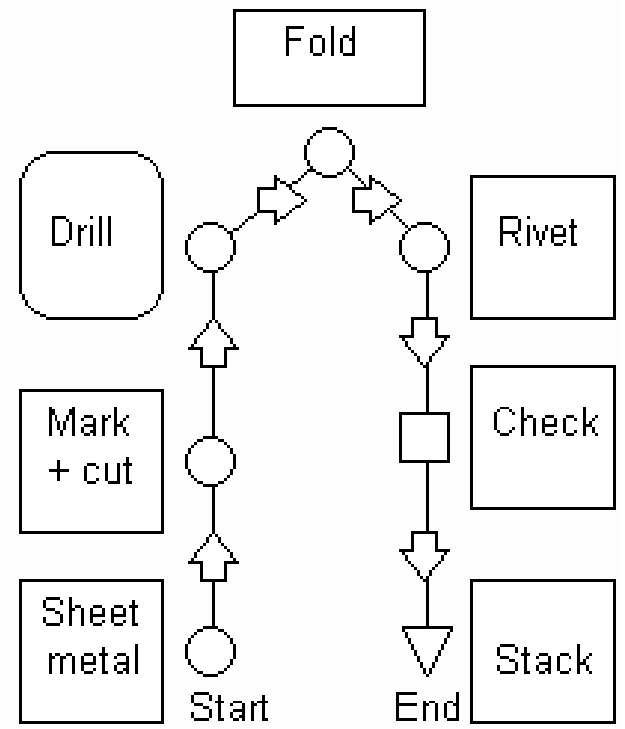
Scale map of work area

Lines show actual movement





Before

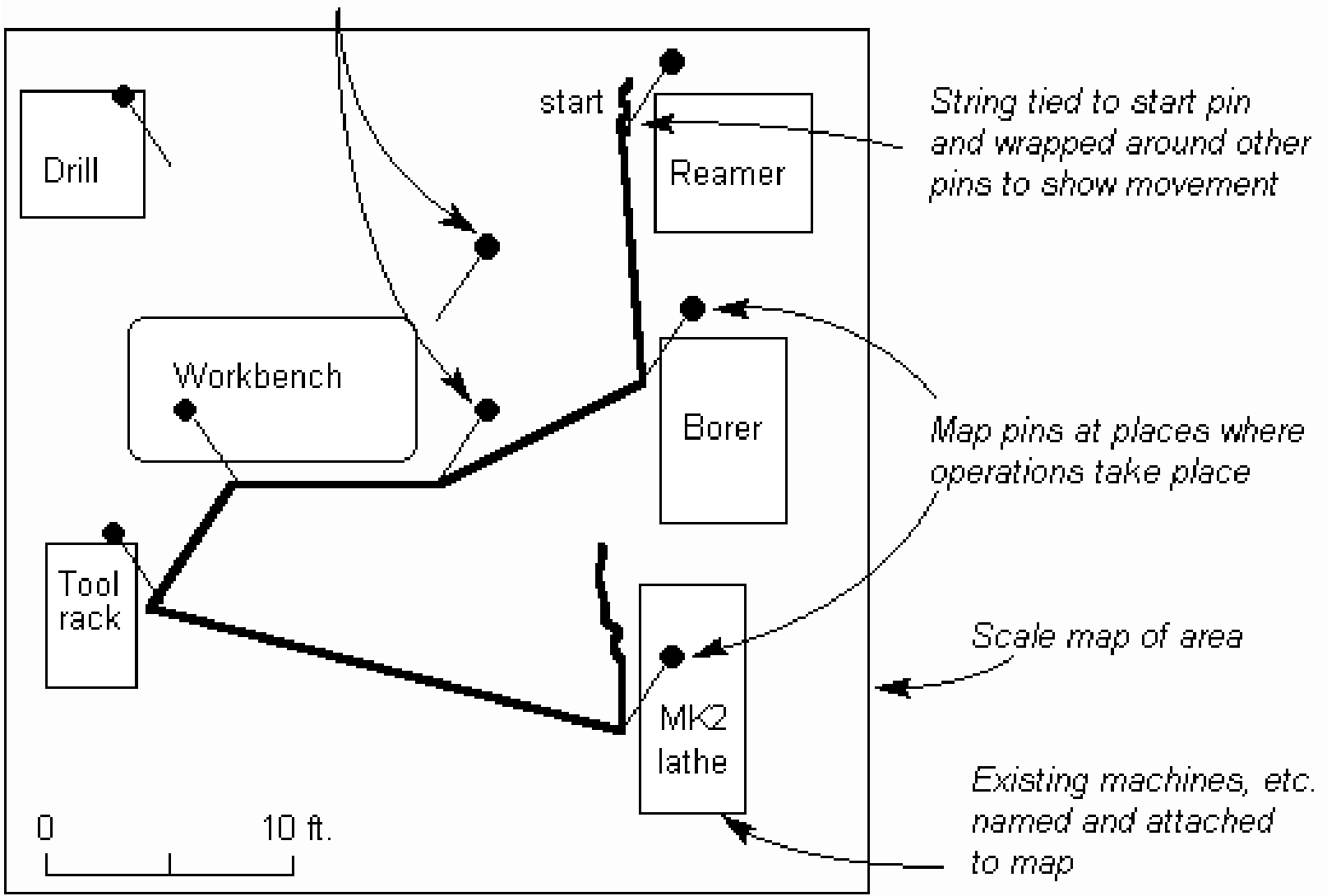


After

Come applicare il metodo

- 1. Identificare il processo che deve essere analizzato ed identificare con precisione le risorse coinvolte**
- 2. Realizzare una mappa in scala dell'area operativa non evidenziando le strutture, bensì le risorse "statiche", bensì quelle "in movimento"**
- 3. Aggiungere in seguito le strutture "statiche"**
- 4. Identificare i punti sulla mappa ove le operazioni possono essere realizzate, utilizzando pin di colore diverso in funzione del tipo di attività**
- 5. Unire i punti individuati con dei segmenti che rappresenteranno le distanze, i tempi, i costi da sostenere nella soluzione evidenziata**
- 6. Misurare i risultati e valutarli**
- 7. Ritornare, nel caso, a provare una soluzione diversa per la posizione delle risorse "statiche" e ripetere dal punto 4**

Pins placed to help string go around corners



Varianti e suggerimenti per l'applicazione

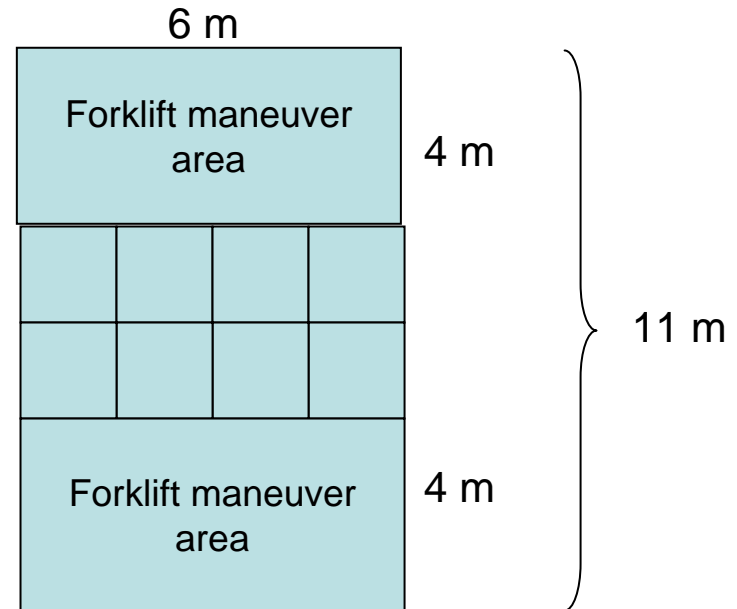
- **Stendere dapprima un Process Chart per chiarire come è strutturato il processo e quali attività sono da evidenziare: poi applicare lo String Diagram su una situazione ben definita**
- **Se non si dispone di supporto informatico, il metodo è facilmente applicabile anche su carta, utilizzando un solo foglio. Utilizzare delle formine mobili di carta è anche semplice fare delle simulazioni “ruspanti” ma assai efficaci**
- **Non stancarsi di provare molteplici soluzioni, specie quando la complessità è elevata non è detto che sia facile trovare subito la soluzione ottimale**

Altri accorgimenti utili

- **Utilizzare dei pin o delle puntine colorate in modo diverso per rappresentare la diversa natura delle azioni**
- **Cerare di far stare l'intero processo su un unico foglio di grandi dimensioni**
- **Utilizzare segmenti di colore diverso in funzione della natura del flusso: lavoro, persone, documenti, informazioni, attrezzature, materiali**
- **Spesso è significativo associare ai segmenti delle etichette di tempo se questo non è desumibile dalla lunghezza dei segmenti**
- **Annotare sulla carta in modo scrupoloso cosa succede in determinati momenti, perchè una tal cosa viene fatta, quali sono i rischi che le cose non vadano nel verso voluto, ..**

16. Dimensionamento degli spazi di magazzino

- Lo stoccaggio dei materiali avviene in contenitori diversi per i quali è necessario predisporre le scaffalature adeguate
- La movimentazione avverrà mediante diversi carrelli per i quali è necessario predisporre gli spazi adeguati:



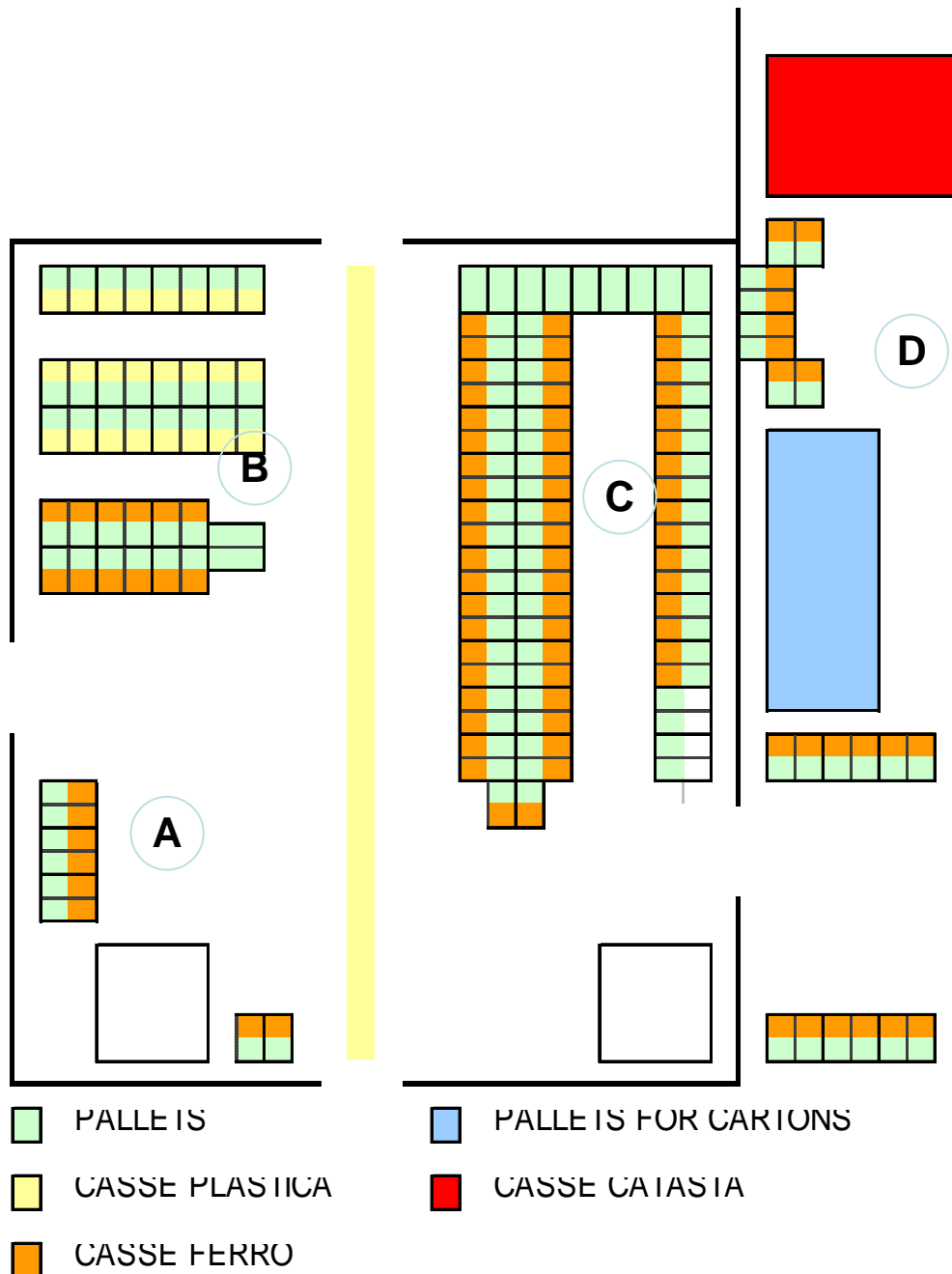
- Es.
 - Contenitori di pianta 1.5x1.5m (2,25mq) contenenti ciascuno 60 pezzi
 - Dal fabbisogno di 3500 pz/gg lavorando su 3 turni si ottiene che dovranno essere movimentati $3'500/3 = 1170$ pezzi in ogni turno
 - $1170/60=20$ contenitori
 - Posizionandoli su scaffali a 3 livelli saranno necessari $20/3*2.25 = 15 \text{ m}^2$ di scaffali in pianta
 - Considerando gli spazi di manovra dei carrelli è necessario prevedere uno spazio complessivo di 66 m^2

Procedere con il calcolo dei posti pallets necessari suddivisi nei diversi tipi

Dimensionare quindi opportunamente il magazzino predisponendo le scaffalature adeguate ove necessarie

La soluzione a lato consente di stoccare 548 pallets di tipo diverso:

- 32 nell'area A
- 152 nell'area B
- 284 nell'area C
- 80 nell'area D



- **L'obiettivo è quello di individuare le soluzioni che consentano di minimizzare i trasferimenti delle merci che sono sempre a zero valore aggiunto**
- **A tale scopo alcuni accorgimenti sono:**
 - **Stoccare in ogni contenitore un articolo diverso**
 - **Bilanciare il più possibile l'output di ciascun reparto evitando il più possibile buffers intermedi**
 - **Definire dettagliatamente il ciclo logistico di ogni componente**
 - **Utilizzare strumenti di gestione informatica del magazzino**
 - **Chiedere al fornitore di consegnare direttamente a bordo linea**

Dimensionamento degli spazi produttivi

- **Reparto stampaggio plastica**
 - Pressa 550T €200k x 2 5m X 15m = 75 x 2
 - Pressa 350T €100k x 3 4m X 12m = 48 x 3
 - Pressa 110T €50k x 3 3m X 10m = 30 x 3
 - Impianto stampa TPS101 x2 3m x 8m = 24 x 2
 - Impianto di miscelazione granuli 6m x 6m = 36 x 1
- **Manipolatori**
 - CNC Bender and two bend bender 4m X 6m = 24
 - 4 impianti nastro 4m X 6m = 24 x4
- **Attrezzature di test**
 - Area attrezzata 5m x 4 m = 20
- **TOTALE REPARTO 608 mq (cui aggiungere le vie di scorrimento uomini e mezzi + buffers)**

Buffers pezzi di produzione

- Stampaggio: 1.5 turni (1 turno + straordinario)
- Saldatura: 3 turni
- Verniciatura: 2 turni
- Assemblaggio: 2 turni

- Buffer tra stampaggio e saldatura
- Buffer tra saldatura e verniciatura:
 - 1 turno -> 1'750 pz -> 22 contenitori (80 pz/contenitore)
 - 1 contenitore: 2.3 m^2 -> $22 * 2.3 = 51 \text{ m}^2$ su 1 livelli
 17 m^2 su 3 livelli

Dimensionamento del magazzino prodotto finito

- Quali sono gli elementi da definire:
 - Domanda: 3'500 pz/gg
 - In un bilico da 13m sono stoccabili 250 pezzi
 - Sono necessari 14 (± 4) bilici/gg (del tipo 13 metri)
 - Considerando che un intero ciclo di carico avviene in circa 2 ore, lavorando su 1 turno sarà necessario prevedere 4 ribalte
 - L'area complessiva necessaria sarà di 3000 m²:
 - 2500 m² per lo stoccaggio
 - 500 m² per la preparazione dei pallet nell'area di carico di ciascuna rubalta
 - Nei 3000 m² è possibile stoccare 2500 pallets (8 pezzi per pallet)
-> 20'000 prodotti (Stock value: 3M €)
 - Turnover: $20'000\text{pz}/3'500\text{pz}/\text{day} = 5.7$ giorni di produzione
 - Densità media del magazzino:
 - Su 4 livelli: 1.136 pallets/m²
 - Su 5 livelli: 1.363 pallets/m²

Caratteristiche dello stabile

- **Spazi di produzione: altezza utile 7÷9m** (dipende dal carroponte)
 - Stampaggio 600m²
 - Saldatura: 400m²
 - Verniciatura 700m²
 - Assemblaggio
 - Prodotto A 1'100 m²
 - Prodotto B 900 m²
- **Magazzini Componenti: 1000 m²**
- **Magazzini Prodotti Finiti: 3000 m²**
- **Uffici ed aree ricreative: 500 m² su 2 piani**
- **Reparto Manutenzione: 50m²**

17. Definizione dei servizi generali di impianto

- **Aree produttive:**
 - Definire le utenze necessarie
 - Dimensionare le utenze
 - Progettare le reti
- **Aree ricreative per il personale ed uffici:**
 - Definire le dimensioni dell'organico
 - Stabilire le attività in ciascuna area
- **Aree speciali:**
 - Deposito e ricarica dei carrelli elevatori
 - Aree tecnologiche (depuratori, cabine di trasformazione, ..)
- **Aree accessorie:**
 - Reception
 - Spazi esterni e piazzali

Servizi

- **Illuminazione**
 - 500 lux negli uffici ed in produzione
 - 250 lux nei magazzini e nelle aree ricreative
- **Climatizzazione**
 - **Riscaldamento: metano, pannelli, ...**
 - 18°C in produzione
 - 20°C negli uffici
 - **Sistema di raffrescamento/condizionamento**
 - **Grado di isolamento degli edifici:**
 - Secondo le prescrizioni di legge
 - In funzione delle possibili agevolazioni
- **Servizi igienici**

Dimensionamento delle reti di servizi

- Aria compressa:
 - Pressione di distribuzione: 6.5 bar
 - Capacità compressori 20Nm³/min, 3°C
 - Serbatoi di stabilizzazione: 2x0.4m³
- Rete metano:
 - Riscaldamento 320 Nm³/h
 - Servizi tecnologici: 150 Nm³/h
- Rete distribuzione energia elettrica
 - Potenza installata: 750KW
 - Necessità di cabine e quadri di distribuzione
- Acqua usi industriali: 10 m³/h
- Acqua potabile: 2 m³/h

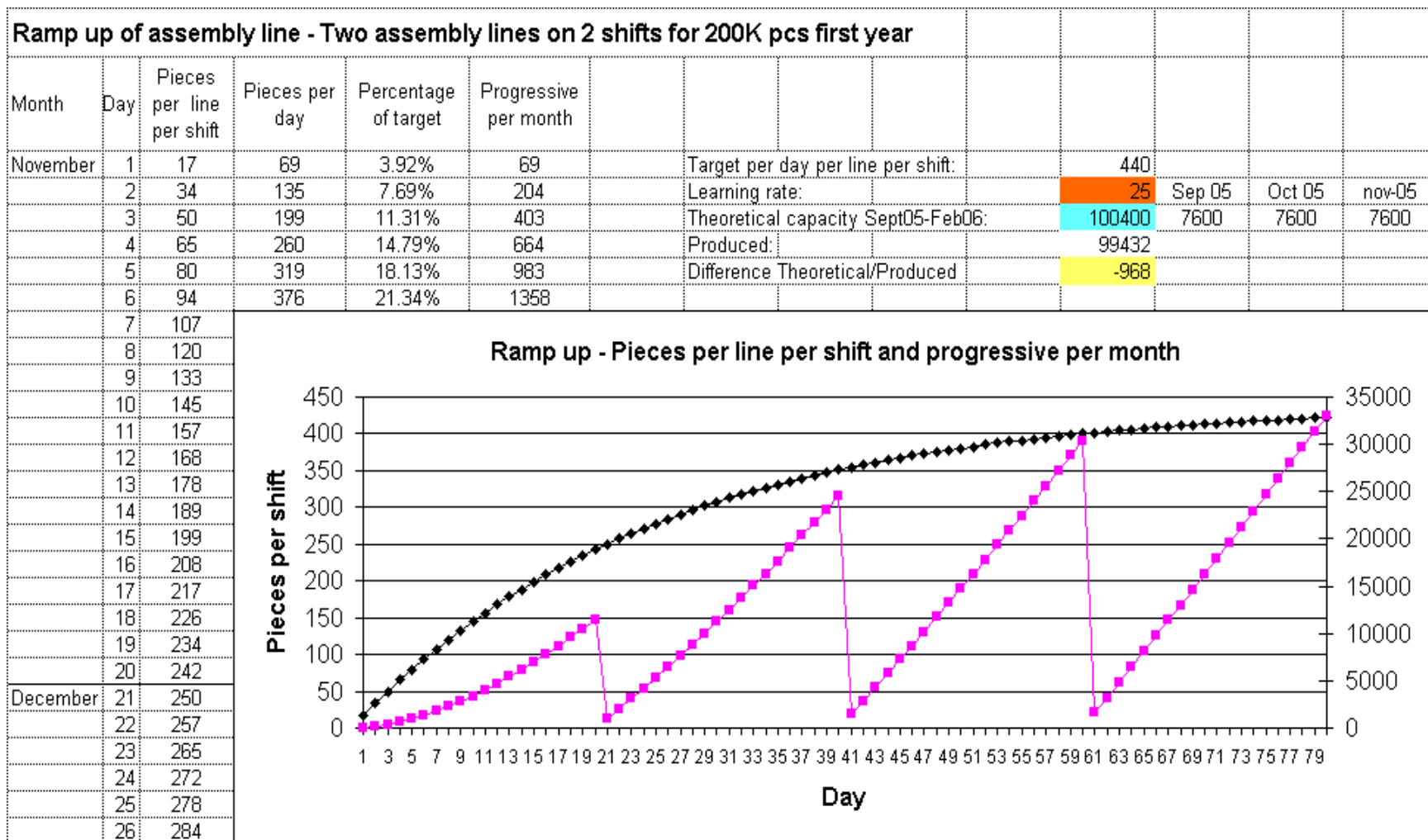
Altri elementi

- **Possibilità di espansione dello stabile in almeno una direzione**
- **Sistema antincendio (almeno 6m di altezza libera)**
- **Livello di illuminazione naturale**
- **Open space**
- **Spazi di manovra e posteggio dei mezzi**
- **Sistemi di pesatura**
- **Sistemi di insonorizzazione**
- **Sistemi di protezione dai raggi UV**
- **Protezione elettromagnetica**
- **Protezione elettrostatica**

Altri elementi

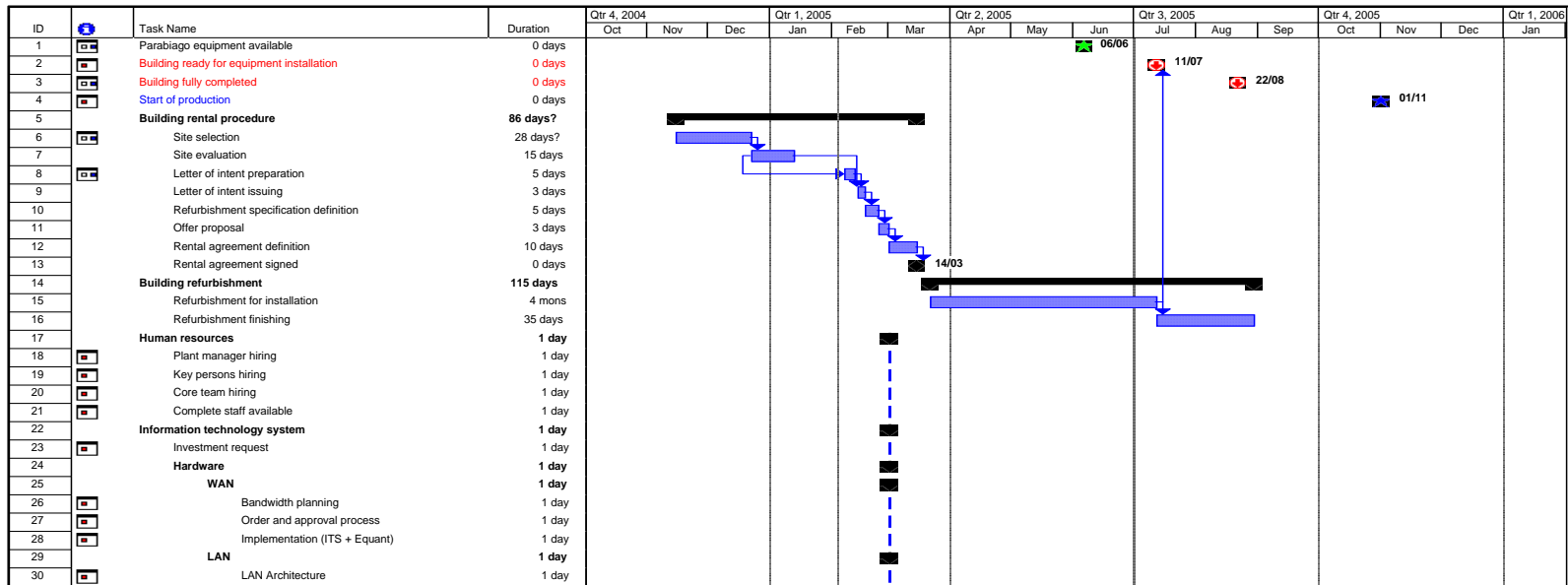
- **Materiali ignifughi**
- **Dotazione di sprinklers**
- **Assenza materiali tossici (amianto, pvc, piombo..)**
- **Zone di emergenza, evacuazione, ...**
- **Scarichi fognari**
 - **Civili**
 - **industriali**
- **Analisi delle emissioni in atmosfera:**
 - **Fumi**
 - **Polveri**
 - **....**

18. Ramp up



19. Project plan

- Stendere una pianificazione, a tale scopo può essere utile un software di riferimento (es. Microsoft Project)



- Definire dei momenti cardine:

Ad esempio

– Inizio della produzione

01 Nov 2005

– Stabile pronto per l'installazione dei macchinari

11 July 2005

Tenere sempre sotto controllo la situazione degli investimenti:

■ Land:	? M€
■ Buildings	
– Factory: 10'000 m ² at 330 €/m ²	3.3 M€
– Offices: 1000 m ² at 400 €/m ²	0.4 M€
■ Manufacturing	
– Tools:	??? (Category manager)
– Press line	1.6 M€
– Paint shop	0.6 M€
– Assembly lines	0.3 M€
– Utilities, IT, moving	1.0 M€
Total	7.2 M€