

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

---

L'azienda Estica & Sons è un'importante azienda italiana leader nel settore degli automatismi e motorizzazioni domestiche. Il prodotto di punta dell'azienda è il motore Enjoy per l'apertura automatica di finestre e lucernai (Figura 1). L'azienda si è recentemente espansa nel mercato nord-europeo dove i suoi prodotti made in italy sono largamente apprezzati per applicazioni domotiche. In particolar modo il prodotto Enjoy ha riscosso un ampio successo tale da richiedere una riprogettazione di tutta la produzione e la supply chain. Inoltre, l'azienda desidera valutare il costo pieno del prodotto (€/pz) determinato dalle attività di assemblaggio e distribuzione sapendo che il costo opportunità del capitale dell'azienda è di  $r = 5\%$  determinato dalle politiche finanziarie adottate. Un ulteriore dato utile ai fini del problema è che l'azienda ha stipulato un contratto tutelato per la fornitura di energia elettrica ad un prezzo paria a  $0,14 \text{ €/kWh}$ .



Figura 1. Automatizzazione da infisso Enjoy della Estica & Sons.

Il candidato ingegnere progetti il sistema di assemblaggio dedicato alla realizzazione del prodotto Enjoy alla luce delle seguenti informazioni fornite dall'azienda. La Tabella 1 presenta le informazioni prodotte dall'ufficio pianificazione della produzione inerenti la produttività richiesta alla linea. La Tabella 2 presenta i componenti necessari per assemblare il prodotto finito con relativo tasso di assorbimento. Per esempio, un tasso di assorbimento pari a 2 richiede l'utilizzo di 2 componenti per realizzare un prodotto finito. La Tabella 3 presenta l'elenco dei task di assemblaggio unitamente alla loro durata e alla tipologia e numero dei componenti utilizzati. La Figura 2 invece mostra il diagramma delle precedenze dei task.

Il sistema di assemblaggio è composto da una serie di stazioni di assemblaggio identiche tra loro, ciascuna servita da un solo operatore che processano in maniera sequenziale il prodotto che avanza lungo la linea. La linea di assemblaggio ha cadenza fissa ed è dedicata esclusivamente alla realizzazione del prodotto Enjoy.

<b>Produttività richiesta alla linea di assemblaggio</b>
Produttività obiettivo = 66.667 pz/anno
Giorni lavorativi = 230 gg/anno
Ore lavorative = 8 h/gg

Tabella 1. Produttività richiesta alla linea di assemblaggio.

*Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.*

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
 SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
 SETTORE INDUSTRIALE  
 Prova Pratica di Progettazione  
 Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

<b>Codice componente</b>	<b>Descrizione componente</b>	<b>Tasso di assorbimento</b>	<b>Costo acquisto da fornitore [€/componente]</b>
1	Gruppo elettrico	1	1.56
2	Strozzatura cavo elettrico	1	0,76
3	Rotella piccola	1	0.14
4	Rotella media	1	0.22
5	Rotella grande	1	0.34
6	Perno rotella grande	1	0.38
7	Stampo inferiore	1	5.60
8	Stampo superiore	1	5.80
9	Stampo centrale	1	5.30
10	Catena	1	4.20
11	Porta catena	1	1.12
12	Coperture laterali	4	1.30
13	Agganci laterali	2	0.45
14	Rotella catena	1	0.80
15	Vite catena	1	0.14
16	Copri interruttore	1	0.45
17	Cilindretti metallici	2	0.18
18	Vite scure	11	0.18
19	Vite chiara etichetta	1	0.16
20	Vite chiare piccole	4	0.12
21	Vite chiare grandi	4	0.16
22	Imballaggio primario	1	? (noto da punto 20)

Tabella 2. Elenco componenti necessari per assemblare un prodotto Enjoy con relativi tassi di assorbimento.

*Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.*

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
 SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
 SETTORE INDUSTRIALE  
 Prova Pratica di Progettazione  
 Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

Task	Descrizione	Componenti utilizzati (coefficiente utilizzo)	Tempo montaggio [sec]
1	Montaggio 17 su 7	17 (x2);7	2,6
2	Montaggio 1 su 7	1;7	33,4
3	Montaggio 2 e 18 su task 2	2;18(x2)	21,6
4	Montaggio 6 su 5	6;5	1,7
5	Montaggio 3,4 e task 4 su task 2	3;4	7,5
6	Montaggio 13 su 9	13;9	6,6
7	Montaggio task 6 e 18 su task 5	18 (x4)	34,6
8	Montaggio 10 su 11	10;11	9,0
9	Montaggio task 8 su task 7 con 14, 15 e 18	14,15;18(x5)	51,8
10	Montaggio 8 su task 9 con 19, 20 e 21	8; 19; 20 (x4); 21(x4)	53,2
11	Montaggio 12 e 16 su task 11	12 (x4); 16	44,3
12	Collaudo		36,0
13	Imballaggio	22	32,9

Tabella 3. Elenco task di assemblaggio con relativa durata e coefficiente di utilizzo per ciascun componente.

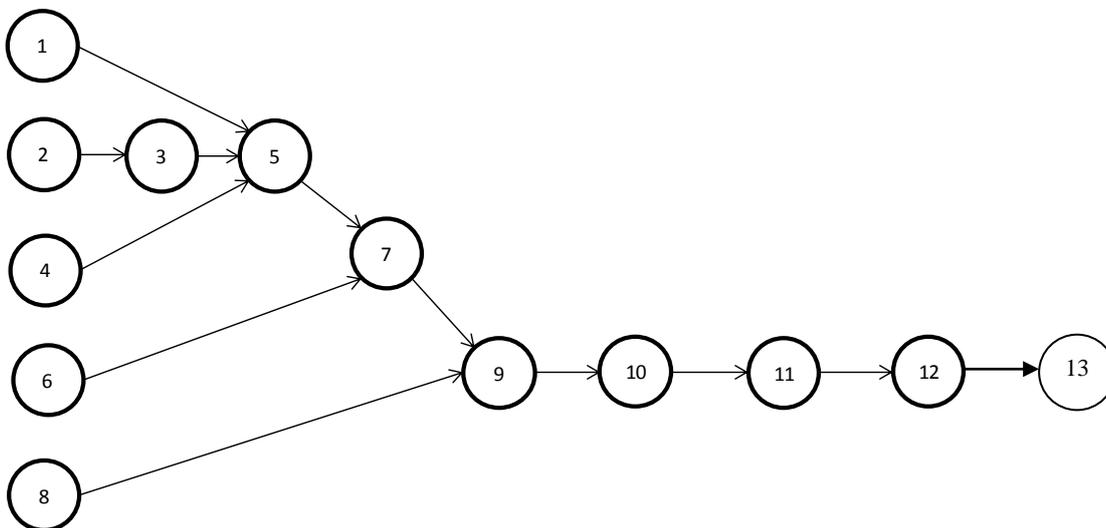


Figura 2. Diagramma delle precedenze dei task

Al candidato ingegnere si chiede di:

1. Calcolare il takt time (sec/pz) della linea di assemblaggio tale da garantire la produttività target di prodotti finiti.
2. Calcolare il numero minimo di stazioni di assemblaggio da installare alla luce del takt time calcolato al punto precedente.

*Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.*

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

---

3. Assegnare i task alle stazioni, al fine di massimizzare il bilanciamento della linea di assemblaggio. Calcolare quindi il coefficiente di saturazione di ciascun operatore.

Il sistema di gestione dei materiali necessari per le operazioni di assemblaggio prevede che i materiali vengano “tirati” dagli operatori di produzione per mezzo di cartellini Kanban. Ogni operatore ha su proprio banco di lavoro e su appositi bancali dietro di sé un'area sufficiente per stoccare in maniera temporanea i componenti che poi utilizzerà per assemblare i prodotti. L'area di lavoro dell'operatore e le aree di stoccaggio temporaneo componenti a bordo linea sono presentate dalla Figura 3. La gestione dei materiali prevede che ciascun codice componente sia stoccato a bordolinea in appositi contenitori (Stock Keeping Unit, SKU), ognuno dei quali è contraddistinto da dimensioni volumetriche e capacità contenitiva in funzione del componente contenuto. L'operatore troverà vicino a sé un certo numero di SKU per ciascun componente, che contengono solo componenti dello stesso tipo. Tuttavia non è noto a priori il numero di SKU per ciascun componente da tenere a bordo linea. Questo numero può essere determinato utilizzando il calcolo del numero di cartellini kanban sapendo che il valore di  $K=1$  e  $\sigma =10\%$  per ogni componente. Inoltre, la Tabella 4 mostra il Lead Time (LT) di approvvigionamento per ciascun componente, unitamente alla capacità e alle dimensioni esterne della SKU da utilizzare.

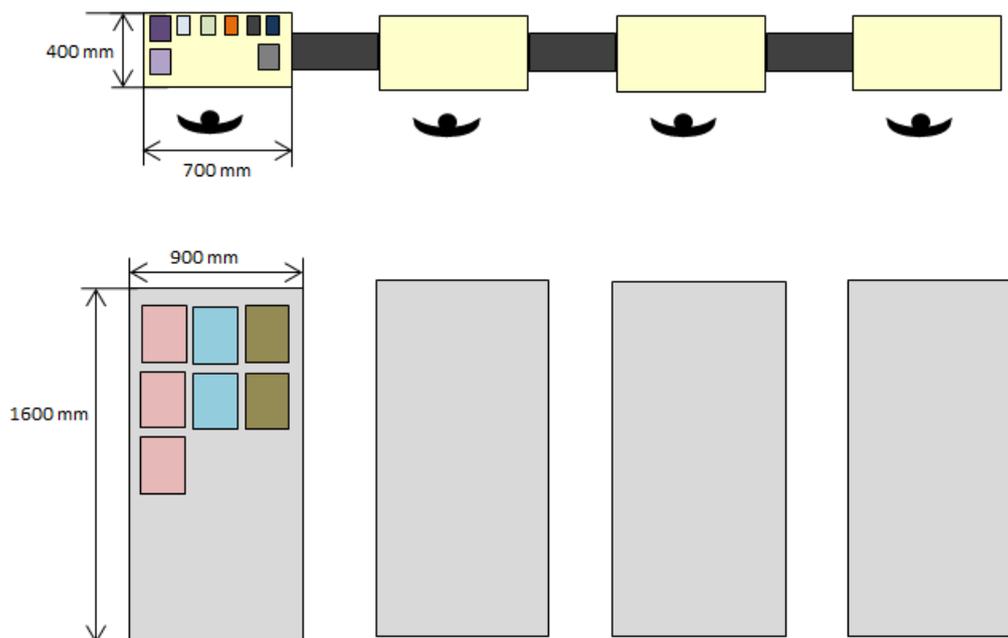


Figura 3. Layout linea di assemblaggio con relative misure.

*Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.*

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

---

Codice componente	Pz/SKU [pz]	Dimensioni esterne SKU [mm]	Lead Time [h/giro]
1	37	450x300x300	2
2	991	145x90x70	2
3	142	200x140x130	2
4	79	200x140x130	2
5	84	200x140x130	2
6	244	145x90x70	2
7	59	450x300x300	2
8	59	450x300x300	4
9	59	450x300x300	2
10	95	300x200x145	4
11	37	300x200x145	4
12	178	300x200x145	4
13	702	145x90x70	2
14	229	145x90x70	4
15	968	145x90x70	4
16	229	145x90x70	4
17	1549	145x90x70	2
18	645	145x90x70	2
18	2664	200x140x130	4
19	968	145x90x70	4
20	645	145x90x70	4
21	484	145x90x70	4
22	66	450x300x300	8

Tabella 4. Lead Time (LT) di approvvigionamento, capacità e dimensioni esterne della SKU per ciascun componente da utilizzare per lo stoccaggio temporaneo a bordo linea.

Al candidato ingegnere si chiede di:

4. Calcolare le scorte di sicurezza e la domanda oraria per ciascun componente al fine del calcolo del numero di kanban. Calcolare quindi il numero di SKU (ovvero numero di kanban) da stoccare a bordo linea per ciascun componente.
5. Alla luce del bilanciamento della linea di assemblaggio effettuato nel punto 3, posizionare le SKU di ciascun componente a bordo linea dietro l'operatore o sopra il suo banco di lavoro tenendo in considerazione degli ingombri e dimensioni fisiche e disegnare la configurazione finale delle stazioni e materiali a bordo linea su carta millimetrata. Proporre una soluzione che permetta a ciascun operatore di avere a disposizione i componenti necessari e che minimizzi il tempo di prelievo dei componenti da parte dell'operatore.
6. Discutere in maniera critica la soluzione proposta al punto 5 e proporre eventuali modifiche al bilanciamento suggerito nel punto 3 alla luce dello stoccaggio materiali a bordo linea. Analizzare i possibili miglioramenti conseguibili.
7. Determinare il costo di assemblaggio unitario (€/pz) imputabile a ciascun prodotto finito Enjoy realizzato sapendo che il costo di acquisto dei componenti è riportato in

*Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.*

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

---

Tabella 1, che ogni operatore assunto costa all'azienda € 32.000 all'anno, che ciascuna stazione di assemblaggio ha un costo di acquisto pari a € 7.000 e che è ammortizzabile in 5 anni e che il costo per l'utilizzo dello spazio dentro lo stabilimento è stato valutato in 130 €/m<sup>2</sup> anno.

L'azienda sta valutando l'acquisto di una flotta di veicoli AGV (Automated Guided Vehicle) per la movimentazione dei materiali tra le stazioni di assemblaggio e il supermarket che rifornisce le stazioni stesse. I componenti vengono movimentati prelevando le SKU indicate in Tabella 4 e posizionandole sopra un pallet EURO che viene movimentato dall'AGV. Il layout dell'area di assemblaggio con i relativi supermarket è riportato in Figura 4. Il numero di stazioni in questa figura è solo indicativo. Si utilizzi solamente il numero minimo di stazioni individuato al punto 2. Nell'area supermarket sono presenti 6 diverse scaffalature, ciascuna delle quali contiene fino ad un massimo di 4 tipologie di componenti diversi. Le caratteristiche tecnico-economiche dei mezzi AGV che l'azienda sta valutando di acquistare sono riportate in Tabella 5.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
 SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
 SETTORE INDUSTRIALE  
 Prova Pratica di Progettazione  
 Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

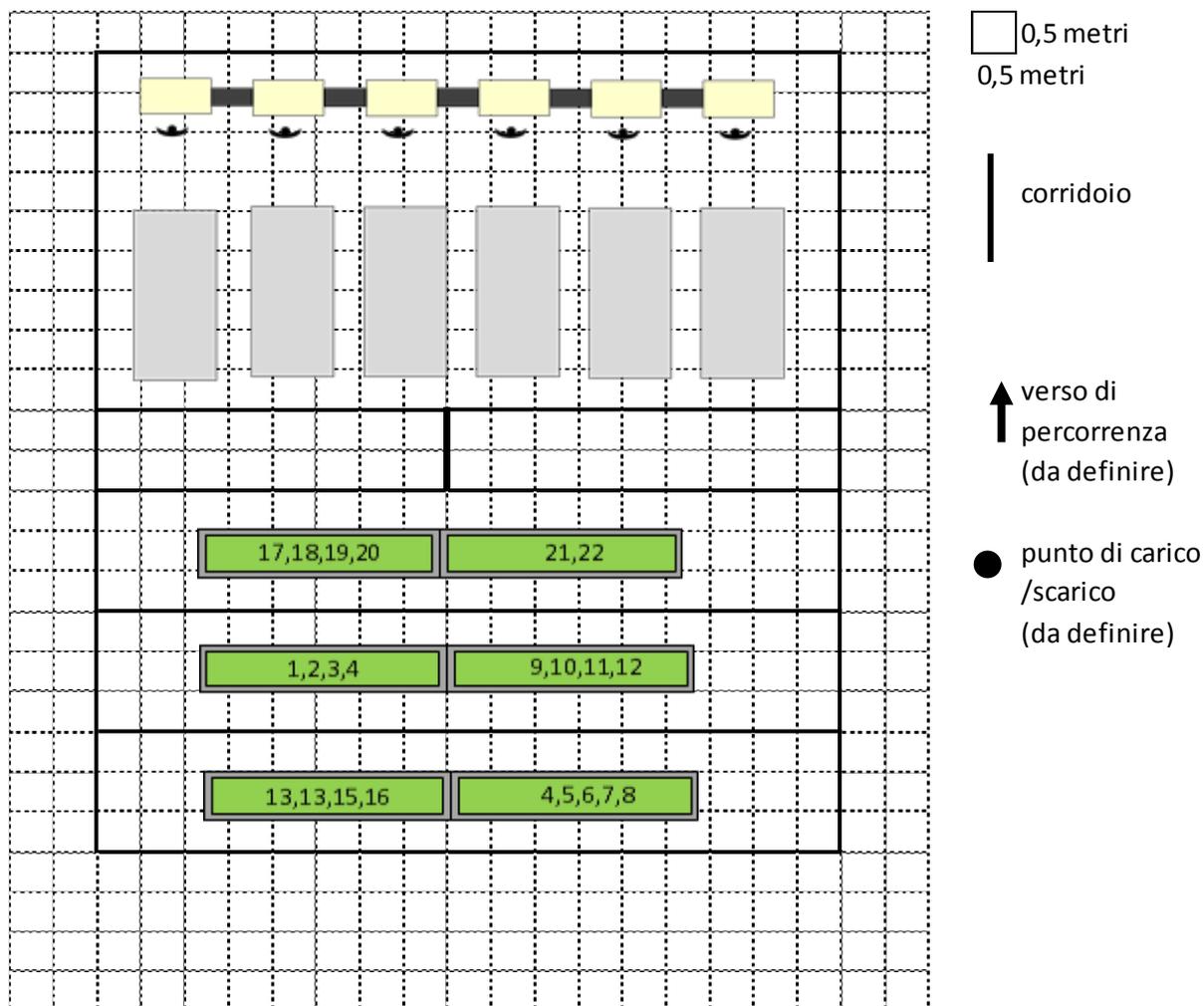


Figura 4. Schema del layout dell'area di assemblaggio con i relativi supermarket.

Velocità del mezzo carico	0.35 m/s
Velocità del mezzo scarico	0.45 m/s
Tempo fisso di carico	20 sec
Tempo fisso di scarico	10 sec
Fattore di disponibilità del veicolo	0.9
Costo di acquisto del mezzo	€ 135'000
Anni per ammortamento fiscale	5
Consumo elettrico (potenza) sia per viaggi a carico che a vuoto	3,0 kW

Tabella 5. Caratteristiche tecnico-economiche dei mezzi AGV.

Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

---

Al candidato ingegnere si chiede di dimensionare la flotta di veicoli AGV per garantire la movimentazione dei componenti necessari per assemblare il quantitativo giornaliero di prodotti Enjoy realizzati dalla linea di assemblaggio.

In particolare modo si chiede di:

8. Definire il verso di percorrenza dei corridoi monodirezionali e di posizionare i control point in tutti i punti di carico e scarico dei componenti. I control point possono essere associati a ciascuna stazione di lavoro, area a bordo linea e scaffalatura contenente fino a 4 tipologie di componenti di diversa tipologia.
9. Definire una regola di vehicle routing/milk run che raggruppi in una sola missione di un carrello il prelievo di diversi componenti dal supermarket e il relativo deposito a bordo linea e nelle diverse stazioni. Suggerimento: si provino a raggruppare tra loro componenti con lo stesso Lead Time di approvvigionamento. Si noti che ciascun AGV può trasportare più SKU di tipologie diverse sopra il pallet di tipo EURO che movimenta. Unico vincolo è l'assenza di debordo delle SKU dal pallet e l'impossibilità di accatastare SKU su più livelli.
10. Determinare la from-to-chart dei viaggi a carico tra i control point.
11. Determinare il flusso netto di veicoli in esubero o mancanti nei vari control point a fine turno.
12. Determinare la from-to-chart delle distanze tra i control point. Si calcolino solamente le distanze utili ai fini della risoluzione del problema.
13. Suggerire una proposta di ribilanciamento dei veicoli della flotta AGV a fine turno.
14. Definire il numero di carrelli AGV da acquistare e il numero di carrellisti da assumere alla luce delle caratteristiche tecniche dei mezzi di movimentazione presentate in Tabella 5.
15. Calcolare il contributo al costo pieno di prodotto della movimentazione interna dei componenti necessari a realizzare un prodotto finito. Ai fini di tale calcolo si consideri l'acquisto ed ammortamento dei mezzi, l'assunzione dei carrellisti (assimilabili economicamente ad operatori di linea) e il consumo di energia elettrica da parte dei mezzi per la loro movimentazione. Si calcoli quindi il valore in €/pz

L'azienda deve inoltre progettare la distribuzione di questi prodotti dal loro stabilimento produttivo fino ai clienti finali, passando eventualmente attraverso centri distributivi (cedi) per efficientare il trasporto. La distanza media percorsa dai prodotti per raggiungere i clienti finali è di 800 km. Il peso del prodotto finito senza imballo è di 4.8 kg mentre le sue dimensioni sono di 460x120x70 (h) mm. Al candidato ingegnere si chiede di:

16. Definire e disegnare su carta millimetrata l'imballaggio primario per il prodotto Enjoy. L'imballaggio è ottenuto da un foglio di cartone ondulato opportunamente piegato nella conformazione "a scatolone". Indicare quindi la superficie di cartone necessaria per imballare un singolo prodotto espressa in m<sup>2</sup>.

*Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.*

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

---

17. Scegliere il materiale migliore per l'imballaggio primario per il prodotto Enjoy. Due sono le tipologie di cartonato tra cui scegliere. Il cartonato semplice con grammatura  $200 \text{ g/m}^2$  o il cartonato doppio con grammatura  $400 \text{ g/m}^2$ . Il costo del cartonato è per entrambi di  $100 \text{ €/tonn}$ . Il cartonato semplice permette di accatastare merce sopra di esso fino ad un massimo di  $200 \text{ kg}$ , quello doppio fino a  $500 \text{ kg}$  (suggerimento: leggere fino al punto 19 prima di rispondere a questo quesito).
18. Definire la configurazione ottimale di stoccaggio di questi imballaggi sopra un pallet di tipo EURO (costo locazione annua  $\text{€ } 1,50$ ) al fine di massimizzare il numero di prodotti accatastabili su un pallet. Si consideri che la portata massima del pallet è di  $1'500 \text{ kg}$  e che successivamente deve essere trasportato da opportuni automezzi. Mostrare il procedimento per la determinazione di questo numero.
19. Ipotizzando un carico monoprodotto di automatismi Enjoy da trasportare da produttore a cliente, scegliere il tipo di autoveicolo più conveniente per la loro movimentazione massimizzando la saturazione del mezzo. I dati tecnico-economici di tre diverse tipologie di mezzo sono riportati in Figura 5.  $C_{\text{fix}}$  è il costo fisso per il noleggio dell'autoveicolo per ciascun viaggio effettuato a prescindere dai km percorsi.
20. Calcolare il contributo al costo pieno di prodotto determinato dal trasporto outbound degli automatismi Enjoy ( $\text{€/pz}$ ) contabilizzando ciascuna voce di costo. Determinare inoltre il coefficiente di saturazione in peso e in volume dell'imballaggio primario, terziario e dell'autoveicolo selezionato.

- Autocarro 3 assi:

dimensioni utili del vano: profondità 9 m altezza 2,9 m larghezza 2,5 m

peso del veicolo: 3500 Kg

portata massima di carico: 18 tonnellate

$C_{\text{km}}$  : 0,95 €/km

$C_{\text{fix}}$  : 90 €



*Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.*

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

---

- Autoarticolato:  
dimensioni utili del vano: profondità 13,4m altezza 2,9m larghezza 2,5m  
peso del veicolo: 6000 Kg  
portata massima di carico: 26 tonnellate  
 $C_{km} : 1,05 \text{ €/km}$   
 $C_{fix} : 105 \text{ €}$



- Autotreno:  
dimensioni utili del vano: profondità 7,4m, altezza 2,9m larghezza 2,5m  
dimensioni utili del rimorchio: profondità 8,2m, altezza 2,9m e larghezza 2,5 m  
peso del veicolo: 10000 Kg  
portata massima di carico: 40 tonnellate  
 $C_{km} : 1,15 \text{ €/km}$   
 $C_{fix} : 120 \text{ €}$



Figura 5. Prestazioni tecnico-economiche di tre diverse tipologie di autoveicoli.

L'azienda deve inoltre definire una conveniente politica distributiva dei suoi due prodotti di punta dai siti produttivi ai negozi specializzati di riferimento. Oltre all'automatismo Enjoy per finestre l'azienda produce l'automatismo Happiness per l'apertura controllata di persiane. L'azienda realizza i prodotti in due stabilimenti Italiani ed uno Romeno e li deve consegnare a due catene di negozi specializzati in Germania e Francia. Per efficientare il trasporto è possibile utilizzare un CEDI esterno di cui l'azienda può prendere in affitto alcuni posti pallet. La Tabella 5 seguente mostra con riferimento temporale settimanale la capacità produttiva e il costo di produzione per ciascun stabilimento oltre che alla domanda di mercato e relativo prezzo di vendita per ciascun cliente. Inoltre è presentata la capacità ricettiva e i relativi costi di un CEDI austriaco. Infine, le distanze utili tra i nodi di questa rete distributiva sono presentate in km.

Si ipotizzi di utilizzare sempre il mezzo di trasporto selezionato al punto 19 per ogni tipo di spedizione. Ciascuna spedizione è rappresentata da un carico monoprodotto sull'autoveicolo. Si ipotizzi che i due prodotti Enjoy e Happiness siano analoghi ai fini del trasporto su gomma.

*Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.*

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
 SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
 SETTORE INDUSTRIALE  
 Prova Pratica di Progettazione  
 Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

Nodo produzione	Paese	Prodotto Enjoy		Prodotto Happiness	
		Capacità produttiva [pz/sett]	Costo produzione [€/pz]	Capacità produttiva [pz/sett]	Costo produzione [€/pz]
1	ITA	222000	46	242000	32
2	ITA	379000	58	340000	38
3	ROM	123000	32	101000	19

Nodo domanda	Paese	Prodotto Enjoy		Prodotto Happiness	
		Domanda di mercato [pz/sett]	Prezzo di vendita [€/pz]	Domanda di mercato [pz/sett]	Prezzo di vendita [€/pz]
4	GER	284000	95	235000	78
5	FRA	299000	87	320000	70

Nodo cedi	Paese	Capacità ricettiva [pallet/sett]	Costo per servizio [€/sett]	Costo per posto pallet [€/pallet sett]
6	AUT	337	45000	124

Nodo partenza	Nodo arrivo	Distanza [km]
1	4	470
2	4	550
3	4	980
1	5	590
2	5	480
3	5	890
1	6	250
2	6	120
3	6	350
6	4	210
6	5	370

Tabella 5. Informazioni relative a nodi di produzione, domanda e centri distributivi della rete distributiva per i prodotti Enjoy e Happiness.

Il candidato ingegnere:

21. Proponga un modello di programmazione lineare, intera o misto lineare-intera con lo scopo di massimizzare il profitto aziendale nel rispetto dei vincoli di capacità produttiva, di stoccaggio presso terzi e soddisfacimento completo della domanda di mercato che gestisca i flussi della rete distributiva presentata.
22. Risolvere in maniera sub-ottima (ovvero euristica) il problema precedentemente modellato al punto 21. Mostrare qual'è il metodo utilizzato per risolvere il problema e fornire una soluzione ammissibile valutando il valore della funzione obiettivo associata.

*Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.*

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

---

23. Calcolare il contributo al costo pieno di prodotto Enjoy che la configurazione individuata per la rete distributiva determina (€/pz). Si consideri solamente il trasporto tra i nodi e l'eventuale stoccaggio presso il cedi, mantenendo distinti questi valori. Non si valuti il costo di produzione o il prezzo di vendita dei prodotti.

L'azienda sta valutando la possibilità di costruire un proprio magazzino distributivo in prossimità del CEDI attualmente utilizzato. Il magazzino deve poter contenere tutti i pallet richiesti dai clienti in una settimana e deve essere contraddistinto da una potenzialità di movimentazione tale prelevare o stoccare in una giornata lavorativa un quantitativo di pallet pari alla richiesta giornaliera da parte dei clienti (calcolabile in modo proporzionale dalla domanda di mercato settimanale). La modalità di prelievo è a ciclo semplice, tutti i correnti, montanti e giochi del magazzino sono pari a 100 mm e l'input-output del magazzino è formato da diverse bocche distribuite sul fronte (input – output distribuito). Il magazzino deve essere vincolato, per motivi architettonici, ai seguenti valori dimensionali massimi: altezza max 25 m, larghezza o fronte max 100 m, profondità max 100 m.

Il magazzino sarà automatico servito da trasloelevatori. La seguente Tabella 6 presenta i parametri tecno-economici di questa tipologia di sistema di material handling.

	<b>Trasloelevatore</b>
N° turni di lavoro per giorno	3
Altezza di input/output pallet [m]	5
Altezza massima delle forche [m]	25
Larghezza minima corridoi [m]	1,5
Velocità orizzontale traslo [m/s]	2,0
Velocità verticale traslo [m/s]	0,8
Potenza elettrica per spostamento verticale	12 kW
Potenza elettrica per spostamento orizzontale	6 kW
Tempi fissi carico o scarico [sec]	20
Costo di acquisto (ammortizzabile in 10 anni) [€]	2'300'000

Tabella 6. Performance tecnico-economiche del trasloelevatore.

Sono altresì note le seguenti voci di costo: costo costruzione magazzino (ammortizzabile in 30 anni) 300 €/m<sup>2</sup> per altezza non superiore a 5 m, 400 €/m<sup>2</sup> per altezza non superiore a 10 m, 500 €/m<sup>2</sup> per altezza non superiore a 15 m, 600 €/m<sup>2</sup> per altezza non superiore a 20 m, 700 €/m<sup>2</sup> per altezza non superiore a 25 m. E' necessario inoltre un operatore sempre presente per supervisionare il funzionamento di al massimo 3 trasloelevatori operanti nei rispettivi corridoi.

Il candidato ingegnere deve:

24. Determinare le dimensioni e la capacità di stoccaggio del modulo di base del magazzino, disegnandolo su carta millimetrata ed esplicitando le sue dimensioni.

*Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.*

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
SECONDA SESSIONE 2016 – SEZIONE A  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
Tema 8: TEMA DI GESTIONALE-IMPIANTI

---

25. Definire lo schema in pianta e prospetto del corridoio tipo del magazzino disegnandolo su carta millimetrata ed evidenziando le sue dimensioni principali.
26. Calcolare il tempo di ciclo semplice del trasloelevatore utilizzando il metodo di Bozer and White o le norme FEM.
27. Calcolare il numero di trasloelevatori (ovvero di corridoi) da comprare per garantire la potenzialità di movimentazione richiesta.
28. Calcolare il contributo al costo pieno di prodotto (€/pz) determinato dall'acquisto e utilizzo di questo nuovo cedi di proprietà dell'azienda contabilizzando sia la quota di ammortamento annua dell'investimento iniziale che i costi di gestione del sistema di stoccaggio. Confrontare questo valore con il costo di stoccaggio esterno presentato in Tabella 5 e suggerire quale delle due soluzioni sia la più conveniente.
29. Alla luce di tutte le analisi economiche effettuate nei punti precedenti calcolare il valore finale del costo pieno di prodotto (€/pz) del prodotto Enjoy suddiviso per voce di costo.