



I magazzini industriali



I magazzini industriali

-

**Dimensionamento di un magazzino manuale
per UdC pallettizzate:**

Esercizio



Esercizio

Un'azienda deve realizzare un nuovo magazzino in grado di gestire prodotti pallettizzati su Europallet. Nel magazzino **non** viene svolta attività di picking, quindi sia i flussi in ingresso che in uscita sono costituiti da **palette intere**.

Nel nuovo magazzino saranno gestite 12 famiglie di prodotti, delle quali si conoscono gli andamenti delle giacenze rilevate nel corso dell'anno passato. La giacenza delle 12 famiglie è prevista stazionaria per la vita utile del deposito, quindi i dati storici possono essere utilizzati come dati di riferimento per il nuovo progetto



Esercizio

Giacenze rilevate:

	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Famiglia 1	507	560	554	539
Famiglia 2	261	198	167	204
Famiglia 3	65	78	73	56
Famiglia 4	48	79	38	65
Famiglia 5	2581	2467	2333	2404
Famiglia 6	1318	1683	1460	1600
Famiglia 7	857	870	857	857
Famiglia 8	478	471	471	472
Famiglia 9	451	433	457	434
Famiglia 10	364	460	421	437
Famiglia 11	359	464	435	434
Famiglia 12	178	237	176	178



Esercizio

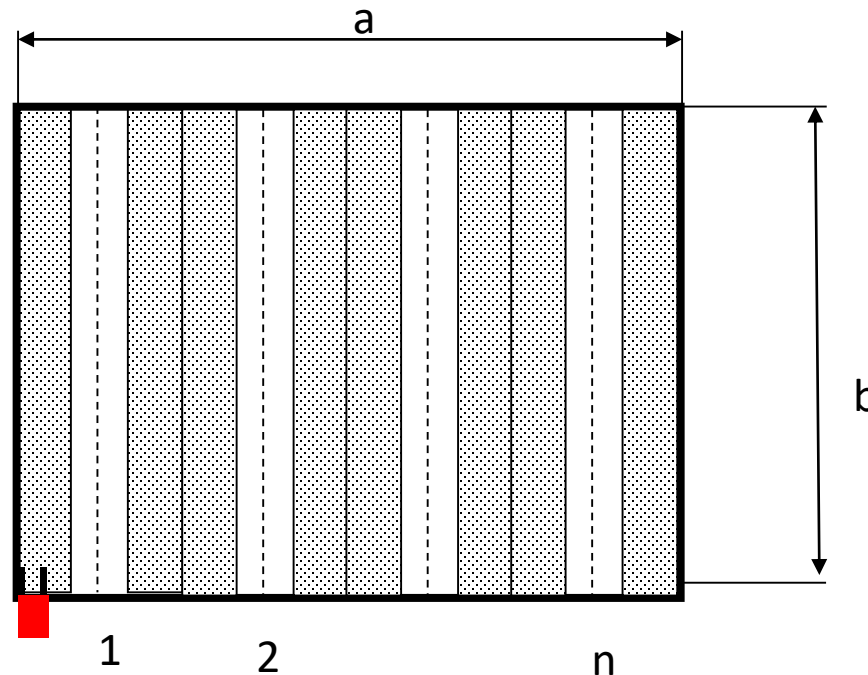
Si assumono i seguenti dati di progetto:

- Dimensioni UdC: *EPAL* di altezza minima 1200 mm e massima 1400 mm.
- Nessun debordo del carico.
- Peso delle UdC: min 400 kg, max 550 kg.
- Spessore dei montanti: 100 mm.
- Spessore dei correnti: 100 mm.
- Altezza massima sottotrave da considerare per il progetto: 9.5 m.
- Costo del personale addetto ai carrelli: 15 €/h.

Esercizio

Si considerino le seguenti assunzioni:

- Layout di tipo longitudinale, con punto di I/O collocato su di un lato, come in figura seguente.





Esercizio

- Scaffalature di tipo bifronte, selettività unitaria.
- Allocazione dei codici a magazzino di tipo *shared*, con equiprobabilità di accesso ai vani.
- I carrelli operano esclusivamente con cicli semplici.
- Rendimento di utilizzo medio di un carrello: $\eta_1 = 80\%$.
- Nessun picco nei flussi: $\eta_2 = 100\%$.
- Franco di manovra richiesto per il sollevamento del pallet: 200 mm.



Esercizio

Si chiede di determinare:

- Il numero di livelli di stoccaggio in altezza.
- La ricettività del magazzino necessaria per stoccare le 12 famiglie di prodotti.
- Le dimensioni in pianta dell'area di stoccaggio e l'estensione dell'intero magazzino.
- Il costo medio dell'operatore per ciclo semplice.



Esercizio: svolgimento

Determinazione del numero di livelli

- Determinazione dell'altezza utile H_U

Dall'altezza sottotrave, si tolgono 700 mm per gli impianti

$$H_U = 9.5 - 0.7 = 8.8 \text{ m} = 8800 \text{ mm}$$

- Calcolo dell'altezza del vano H_V

Per ogni vano si deve considerare l'altezza massima della paletta, lo spessore del corrente ed il franco di manovra

$$H_V = 1400 + 200 + 100 = 1700 \text{ mm}$$



Esercizio: svolgimento

- Calcolo del numero di livelli N_L

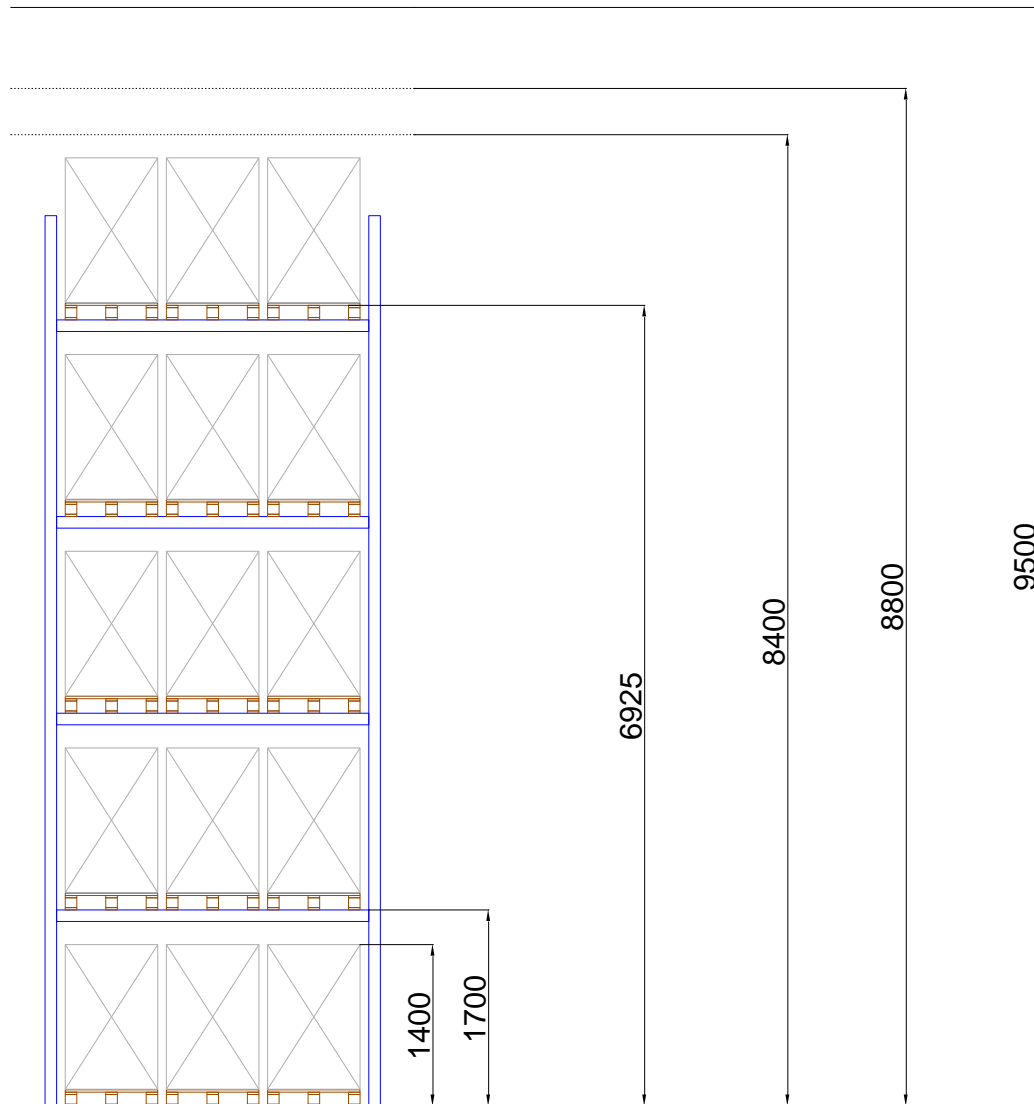
Per determinare il numero di livelli si deve dividere l'altezza utile per l'altezza del vano, e prendere l'intero inferiore.

$$N_L = \left\lfloor \frac{H_U}{H_V} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{8800}{1700} \right\rfloor = \lfloor 5.176 \rfloor = 5 \text{ livelli}$$

NB: in questo modo si considera **una volta di più** lo spessore del corrente, in quanto le palette a livello del terreno appoggiano direttamente sul pavimento.



Esercizio: svolgimento



Determinazione della potenzialità ricettiva

- Determinazione della ricettività R

Dato che la politica di allocazione è di tipo *shared*, la ricettività richiesta sarà pari alla somma delle giacenze medie delle 12 famiglie di prodotti.

Per ogni famiglia i , la sua giacenza media G_i sarà assunta pari alla media delle 4 rilevazioni.

$$G_i = \frac{\sum_{k=1}^4 G_{ik}}{4}$$



Esercizio: svolgimento

	T1	T2	T3	T4	Media
F1	507	560	554	539	540
F2	261	198	167	204	208
F3	65	78	73	56	68
F4	48	79	38	65	58
F5	2581	2467	2333	2404	2446
F6	1318	1683	1460	1600	1515
F7	857	870	857	857	860
F8	478	471	471	472	473
F9	451	433	457	434	444
F10	364	460	421	437	421
F11	359	464	435	434	423
F12	178	237	176	178	192
	TOTALE				7647



Esercizio: svolgimento

Dimensionamento dell'area di stoccaggio

- Determinazione del modulo unitario

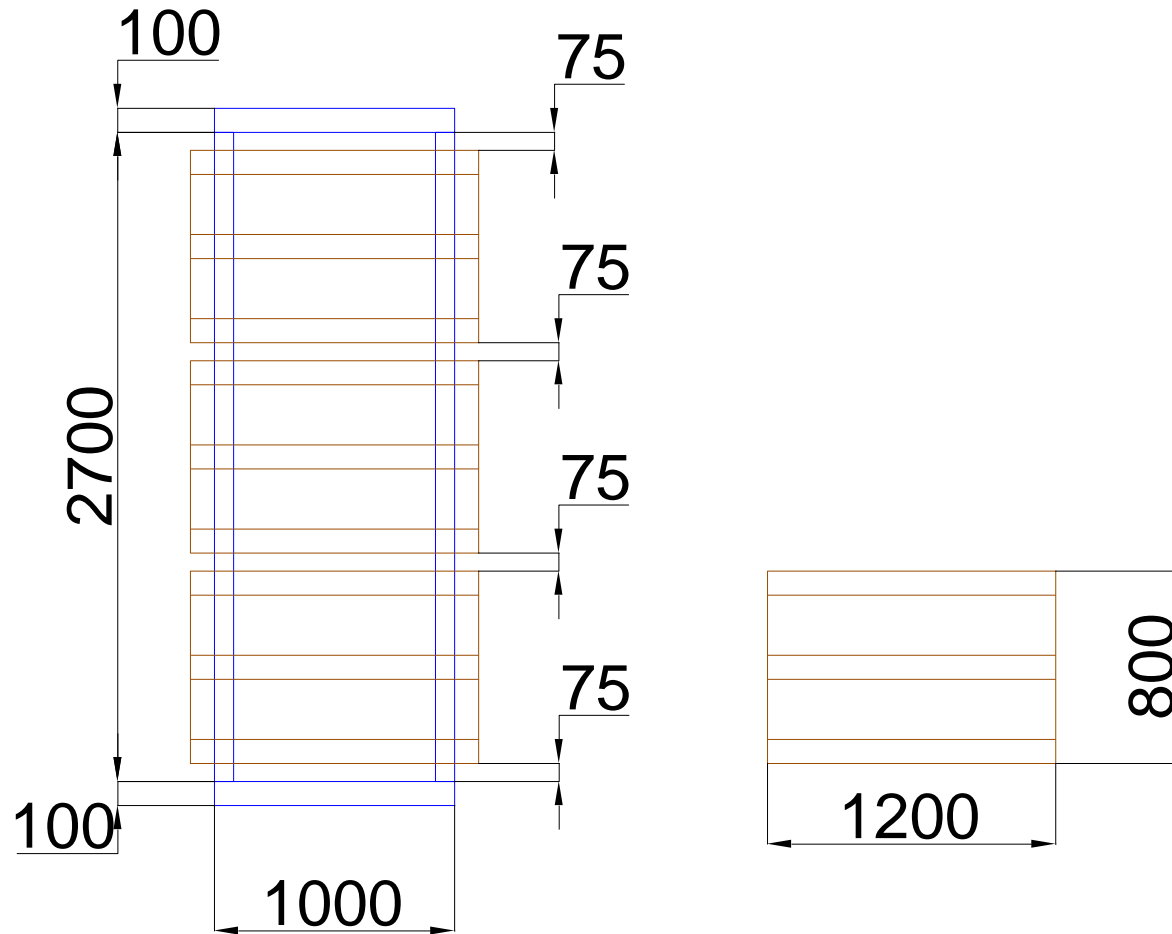
Il progetto prevede scaffalature di tipo bifronte per garantire una selettività unitaria (singola profondità).

Considerando che il peso massimo di una paletta è di 550 kg, tale peso è compatibile con la realizzazione di campate tra i montanti di **3 palette EPAL** inforcate sul lato corto.

Si adotta poi un carrello **a forche retrattili**, considerando un corridoio di 2.9 m.

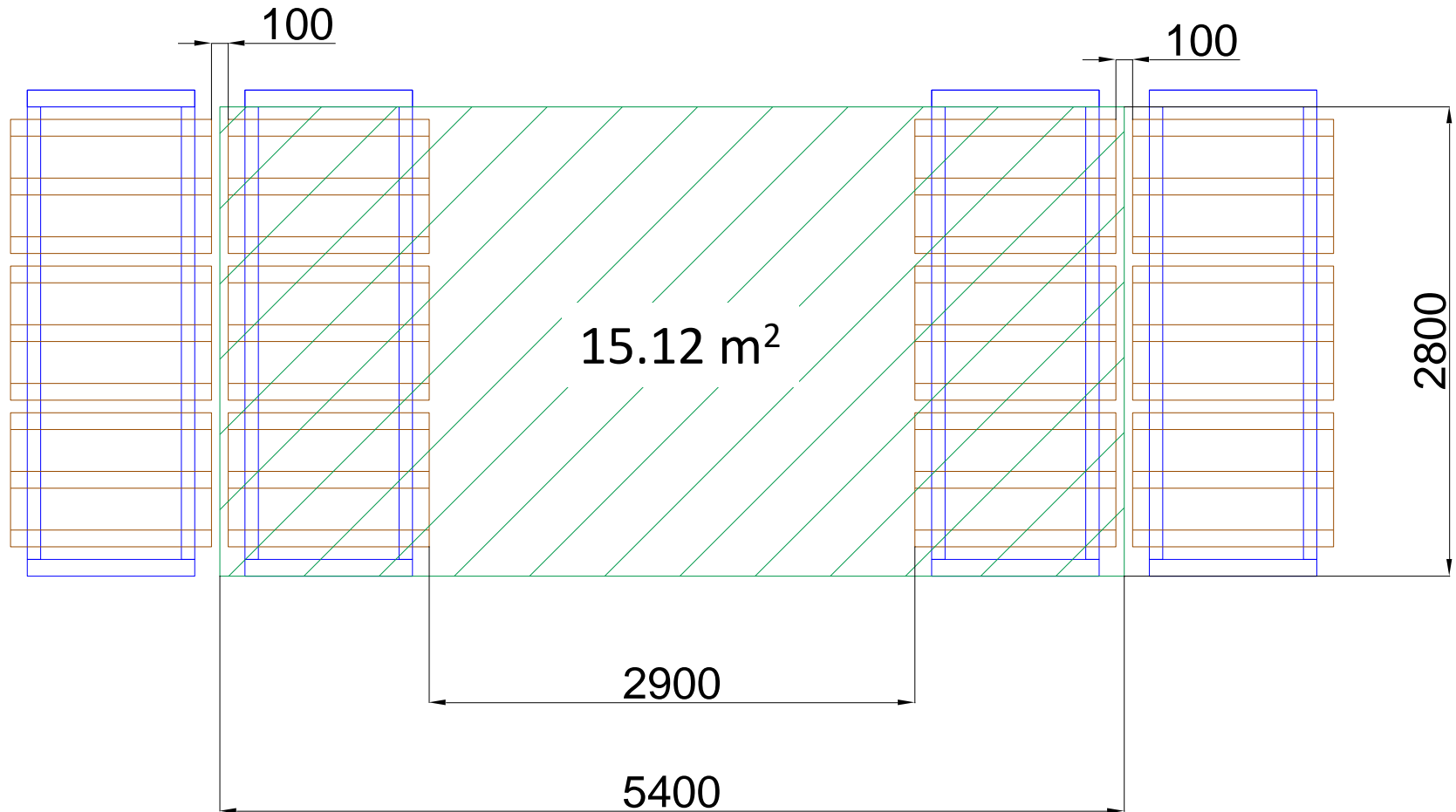


Esercizio: svolgimento





Esercizio: svolgimento





Esercizio: svolgimento

Il modulo unitario è quindi così caratterizzato:

- Area: $A_U = 15.12 \text{ m}^2$
 - Numero *footprint*: 6
 - Ricettività su 5 livelli: $R_U = 30$ pallet
- Determinazione del layout del magazzino

La superficie totale richiesta dall'area di stoccaggio sarà quindi data da

$$A_{MAG} = \frac{R}{R_U} \cdot A_U = \frac{7647}{30} \cdot 15.12 = 3854 \simeq 3900 \text{ m}^2$$



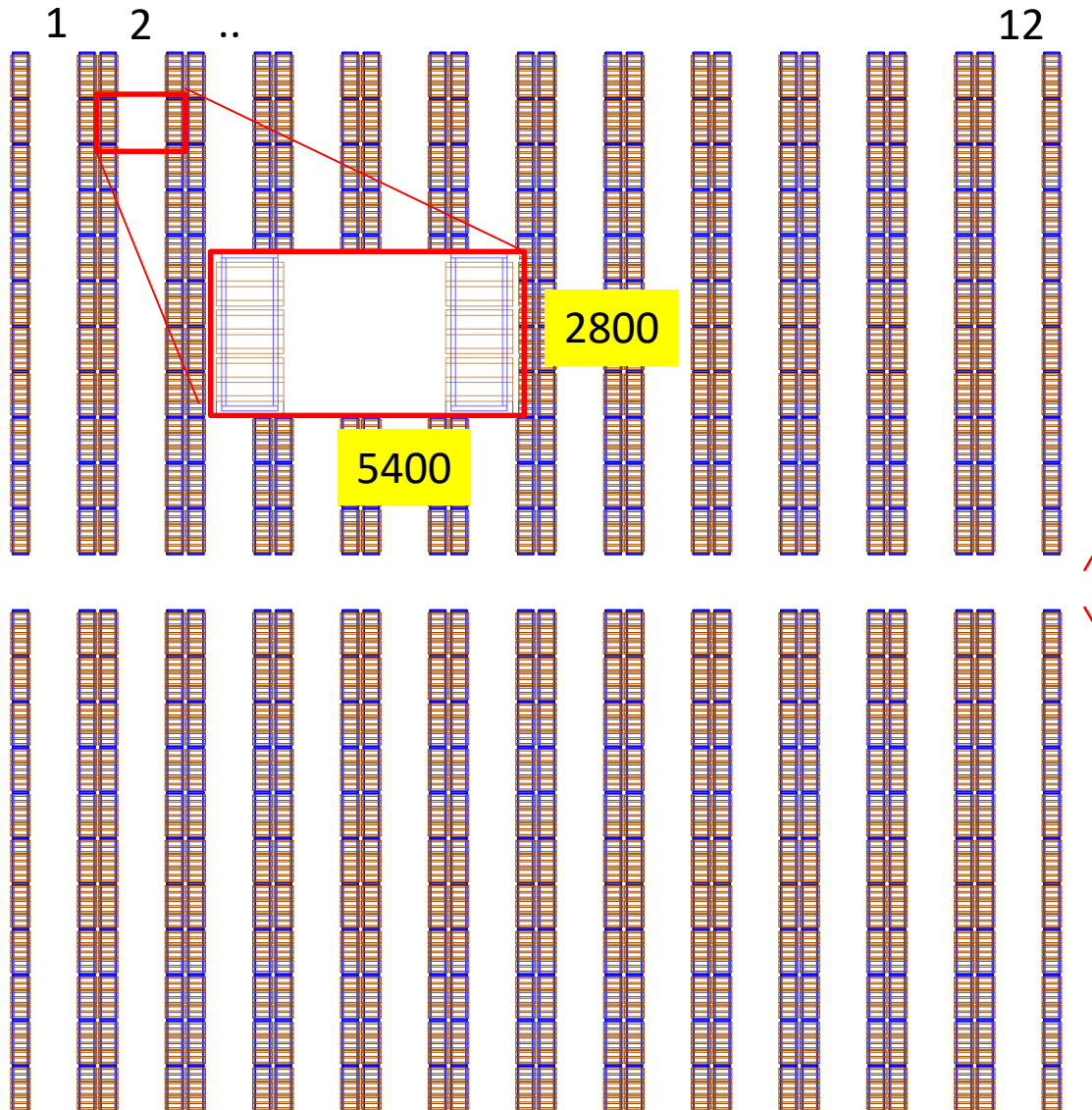
Esercizio: svolgimento

Considerando poi che il punto di I/O è laterale, la forma ottimizzata del magazzino è **quadrata**, quindi avrà lati pari a

$$a = b = \sqrt{A_{MAG}} = \sqrt{3900} = 62.45 \text{ m}$$

A questo punto si deve procedere **al disegno esecutivo**, andando a posizionare **correttamente** i moduli unitari, ed eventualmente aggiungendo corridoi di attraversamento qualora il magazzino risulti essere **troppo lungo**.

Esercizio: svolgimento

**Risultato finale**

$$a = 64.7 \text{ m}$$

$$b = 65.2 \text{ m}$$

$$\text{Area} = 4220 \text{ m}^2$$

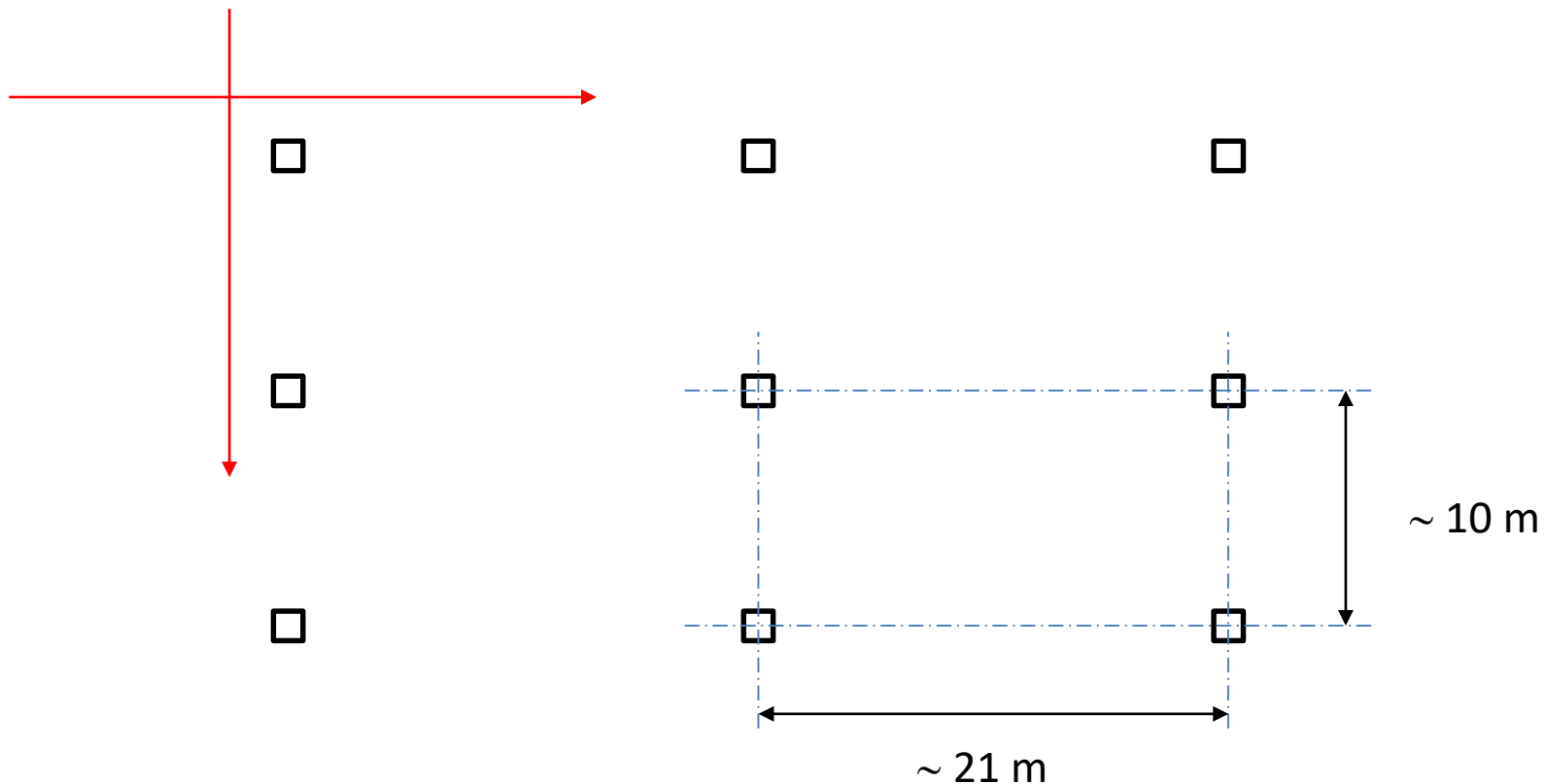
$$\text{Moduli} = 22 \times 12 = 264$$

$$R = 7920 \text{ pallet}$$

22 livelli**12 corridoi**

Esercizio: svolgimento

Un ulteriore affinamento del layout deve essere fatto per considerare **la posizione dei pilastri** di sostegno delle travi del capannone.





Esercizio: svolgimento

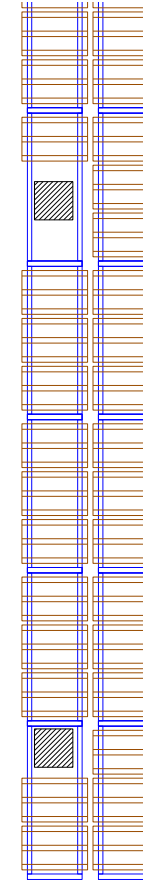
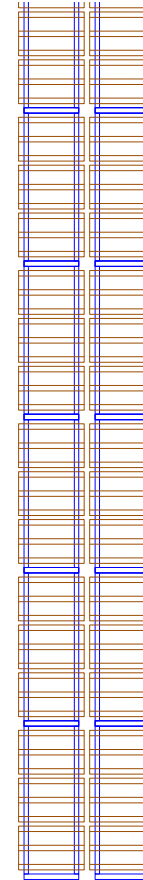
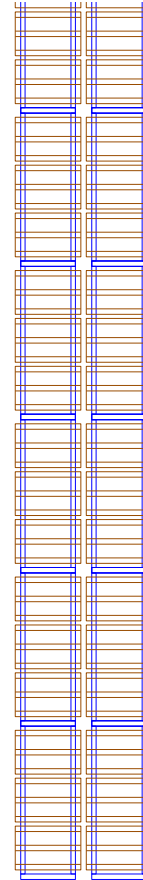
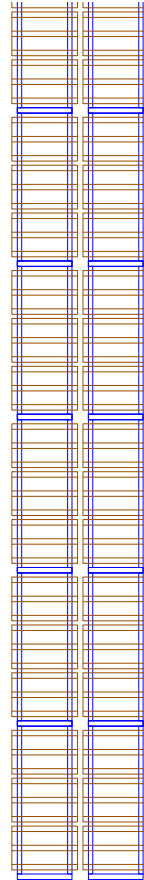
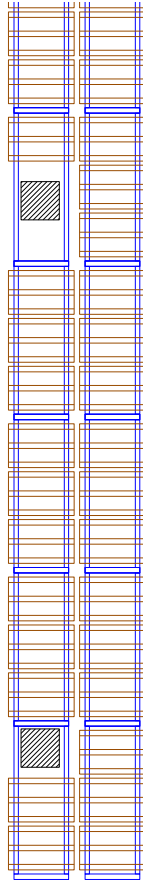
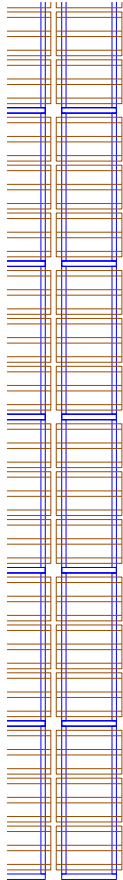
La scaffalatura deve essere «al passo» con i pilastri, quindi **potrebbe essere necessario modificare le larghezze dei corridoi** al fine di mettere al passo la scaffalatura.

Il posto migliore dove far cadere i pilastri è «all'interno della scaffalatura» rinunciando a qualche posto pallet.

Ovviamente i pilastri **non possono cadere** all'interno dei corridoi perché altrimenti ostacolano il passaggio dei carrelli.



Esercizio: svolgimento





Esercizio: svolgimento

Determinazione del costo medio dell'operatore per ciclo semplice

- Calcolo della durata del ciclo semplice

$$t_{cs} = \frac{r_{cs}}{v_0} + 2 \cdot \frac{(N_L - 1) \cdot H_V}{v_u} + T_f$$

$$r_{cs} = 2 \cdot (a + b)$$

Per il carrello retrattile si assume

$$v_0 = 1.8 \text{ m/s}$$

$$v_u = 0.5 \text{ m/s}$$



Esercizio: svolgimento

$$r_{CS} = 2 \cdot (64.7 + 65.2) = 260 \text{ m}$$

$$t_{CS} = \frac{260}{1.8} + 2 \cdot \frac{(5-1) \cdot 1.7}{0.5} + \boxed{36} = 207.6 \text{ s}$$

Avendo considerato per il ciclo forche due uscite e due rientri del montante, per un totale di 36 s.

Il costo per ciclo semplice:

$$C_{op} = \frac{t_{CS}}{3600} \cdot C_h = \frac{207.6}{3600} \cdot 15 = 0.865 \text{ €/ciclo semplice}$$