

- 1.7 **Servizi informatici.** Un negozio di servizi informatici stima la richiesta di ore di manutenzione/consulenza per i prossimi cinque mesi:

mese	1	2	3	4	5
richiesta	6000	7000	8000	9500	11000

All'inizio del periodo vi sono 50 tecnici. Ogni tecnico lavora non più di 160 ore al mese. Per soddisfare i picchi di domanda è necessario assumere e formare nuovi tecnici. Durante il periodo di formazione, di un mese, i nuovi assunti sono seguiti ciascuno da un tecnico che gli dedica 50 ore.

I tecnici esperti hanno un stipendio mensile di 2000 euro, mentre i nuovi assunti (durante il mese di apprendistato) guadagnano 1000 euro. Si suppone che alla fine di ogni mese il 5% dei tecnici passi alla concorrenza. Formulare un modello di programmazione matematica che permetta di soddisfare la domanda e di minimizzare i costi.

- 1.8 **Turni in ospedale.** Si vuole organizzare i turni in un reparto ospedaliero in modo tale da minimizzare il numero di infermieri coinvolti. Ogni infermiere lavora 5 giorni consecutivi seguiti da due giorni di riposo. Le esigenze di personale (in termini di numero minimo di infermieri) per ogni giorno della settimana sono le seguenti:

giorno	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
richiesta	11	9	7	12	13	8	5

Formulare il problema in termini di programmazione lineare intera.

- 1.9 **Distribuzione di PC.** Un distributore di PC ha a disposizione n siti candidati per depositi, con un costo di apertura pari a f_i ed una capacità massima pari a b_i , $i = 1, \dots, n$. Vi sono m negozi da rifornire ognuno con una richiesta minima pari a d_j , $j = 1, \dots, m$.

Supponendo che il costo unitario di trasporto da un deposito i ad un negozio j sia pari a c_{ij} , si vuole minimizzare il costo totale (costi fissi di apertura dei depositi + costo di trasporto).

- Formulare un modello di programmazione lineare intera che permette di risolvere il problema.
- Tenendo presente che la quantità massima di materiale trasportato dal deposito i al negozio j è di q_{ij} , (e che la somma di queste quantità sia pari alla capacità massima del deposito, cioè che $\sum_{j \leq m} q_{ij} = b_i$ per ogni $i \leq n$), dare una formulazione alternativa del problema.

- 1.10 **Produzione di modem.** Un'impresa produce un modello di modem e vuole pianificare la produzione per i successivi quattro mesi. La propria linea di produzione ha una capacità produttiva di 2500 unità/mese, ognuna delle quali costa 7 euro.

L'impresa, tuttavia, può anche usufruire di una linea di produzione di terzi, che può produrre 700 unità al mese al costo di 9 euro l'una.

L'impresa ha dei costi di magazzino di 1 euro al mese per ogni modem; il magazzino contiene, all'inizio del periodo di pianificazione, 70 unità; e si richiede che vi siano 300 unità alla fine del periodo.

Per ragioni tecniche riguardanti i macchinari di produzione, un impianto di produzione avviato deve produrre un lotto minimo di almeno 80 unità. Le vendite previste per i prossimi 4 mesi sono riportate di seguito:

mese= j	1	2	3	4
richiesta= r_j	2600	3000	2350	2700

Si desidera determinare un piano di produzione che soddisfi la richiesta e minimizzi i costi.

Formulare il problema in termini di programmazione lineare intera. Come va modificato il modello se vi sono costi fissi di produzione f_1 e f_2 per i due impianti?