

Esercitazione di Ricerca Operativa - CdL Matematica

17 Novembre 2025

1. Si risolva il seguente problema usando il metodo del simplesso:

Un impianto termoelettrico ibrido produce energia elettrica combinando diverse fonti di calore: carbone, gas naturale, biomassa e solare termico. Ogni fonte contribuisce al funzionamento della centrale in modo differente, poiché possiede rendimenti di conversione ed emissioni di anidride carbonica (CO_2) diversi.

Il direttore tecnico dell'impianto deve decidere quanta energia termica (in gigajoule) prelevare da ciascuna fonte, con l'obiettivo di massimizzare la quantità di energia elettrica utile prodotta nell'arco di una giornata. Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche delle quattro fonti energetiche: Rendimento di conversione in % (Rend Conv), Emissioni in kg CO_2 per GJ (Emis), Disponibilità massima in GJ (Disp), Costo per GJ in €(Costo)

Fonte	Rend Conv	Emis	Disp	Costo
Carbone	40	90	500	8
Gas naturale	50	50	400	10
Biomassa	60	20	300	12
Solare termico	100	0	150	15

L'obiettivo dell'impianto è massimizzare l'energia elettrica utile prodotta, che dipende direttamente dai rendimenti di conversione delle varie fonti. Tuttavia, le decisioni devono rispettare i seguenti vincoli:

- **Vincolo economico:** il costo complessivo per l'acquisto delle fonti non può superare 6.000 € al giorno;
- **Vincolo ambientale:** le emissioni totali giornaliere di CO_2 non devono superare 30.000 kg;
- **Vincolo di capacità tecnica:** ogni fonte non può superare la sua disponibilità massima giornaliera.

Formulare il problema di PL e risolverlo con il metodo del simplesso.

2. Si formuli il seguente problema:

Una banca dispone di un capitale complessivo pari a 10 milioni di €, che deve allocare in modo ottimale tra otto diverse categorie di investimento. L'obiettivo è massimizzare il rendimento atteso complessivo del portafoglio, rispettando le politiche interne di controllo del rischio, liquidità minima e diversificazione previste dal Comitato Rischi. Le otto categorie di investimento e i relativi parametri sono riportati nella seguente tabella:

Tipo di investimento	Rendimento atteso (%)	Indice di rischio	Liquidità
Titoli di stato italiani	3	1	90
Titoli di stato esteri	3,5	2	80
Obbligazioni Investment Grade	4,5	3	60
Obbligazioni High Yield	6	5	40
Fondi azionari europei	7	6	30
Fondi azionari USA	6,5	6	30
Prestiti alle imprese	5	4	50
Fondi startup	8	8	20

Si assume che:

- la banca investa un numero intero di milioni in ogni categoria;
- il Comitato Rischi abbia fissato una soglia massima di rischio complessivo pari a 40, calcolata come somma dei rischi ponderati per gli importi investiti;
- almeno il 50% del capitale debba essere investito in strumenti con liquidità superiore o uguale al 50%;
- l'investimento complessivo in fondi azionari non possa superare 4 milioni di €;
- almeno 3 milioni debbano essere destinati complessivamente a titoli di Stato italiani e obbligazioni Investment Grade.

Formulare un modello di PLI che ottimizzi gli investimenti della banca.

3. Si formuli il seguente problema:

Un'azienda di consulenza deve pianificare l'assegnazione del proprio personale a tre diversi progetti: Progetto A, Progetto B e Progetto C. L'obiettivo della direzione è minimizzare il costo totale del personale, rispettando esattamente sia il numero di ore richieste da ciascun progetto, sia le ore contrattualizzate per ogni categoria di dipendenti. L'azienda dispone di quattro categorie di risorse: Senior Consultant, Consultant, Analyst, Intern. I costi orari di ogni categoria e le ore contrattualizzate per ciascuna categoria sono riportati nella seguente tabella:

Categorie di lavoratori	Costi orari (€/ora)	Ore contrattualizzate
1. Senior Consultant	120	160
2. Consultant	90	140
3. Analyst	60	100
4. Intern	30	50

Ogni categoria deve utilizzare tutte le ore disponibili, poiché si tratta di contratti a monte già stipulati e non sono previste ore inutilizzate. I tre progetti richiedono, a loro volta, un numero specifico di ore di lavoro:

Progetto	Ore di lavoro richieste
Progetto A	180
Progetto B	150
Progetto C	120

Anche in questo caso, ogni progetto deve ricevere esattamente il numero di ore richiesto, senza eccedenze o mancanze. L'azienda deve, quindi, decidere quante ore di ciascuna categoria di personale assegnare a ciascun progetto, in modo da minimizzare il costo complessivo.

4. Si formuli il seguente problema:

Una società di venture capital sta valutando 8 progetti innovativi in ambito tecnologico. Ogni progetto richiede un capitale iniziale e garantisce un valore attuale netto (VAN) stimato sul lungo periodo. Nella tabella seguente sono riportati, per ciascun progetto j , $j = 1, \dots, n$, il VAN atteso e il capitale richiesto (in milioni di €):

Progetto	1	2	3	4	5	6	7	8
VAN (milioni €)	2,1	1,8	2,4	1,6	2,2	1,9	1,5	2
Capitale richiesto (milioni €)	25	38	22	35	28	30	18	24

Il budget totale disponibile per i finanziamenti è pari a 220 milioni di €. La direzione impone inoltre i seguenti vincoli strategici:

- I progetti 2 e 4 sono mutuamente esclusivi, e quindi non possono essere finanziati entrambi.
- I progetti 5 e 6 possono essere scelti solo se è stato finanziato almeno uno tra i progetti 1 o 3.
- Tra i progetti dell'insieme $\{5, 6, 7, 8\}$ devono esserne selezionati almeno due e al massimo tre.
- Per motivi di contenimento del rischio, tra i progetti che richiedono un capitale superiore a 28 milioni possono esserne scelti al massimo due.

Si vuole determinare la combinazione ottimale di investimenti che massimizzi il VAN totale nel rispetto di tutti i vincoli. Formulare il corrispondente problema di programmazione lineare intera binaria.