

Un mulino produce due tipi di semola normale e integrale a partire da tre tipi di granaglie: A, B e C. Per produrre un quintale di semola normale, sono necessari 0.5 quintali di granaglia A, 0.4 di granaglia B e 0.3 di granaglia C; per un quintale di semola integrale, sono necessari 0.3 quintali di granaglia A, 0.7 di B e 0.4 di C. Il mulino si serve da tre fornitori. Ciascun fornitore mette a disposizione un lotto di acquisto, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella:

Lotto	Granaglia A	Granaglia B	Granaglia C	Costo	% impurità
1	3 q	5 q	8 q	100 €	1.0 %
2	4 q	9 q	3 q	140 €	2.0 %
3	7 q	2 q	2 q	120 €	1.5 %

Il mulino dispone di 10 000 € per approvvigionarsi di granaglie e vuole massimizzare il numero di quintali di semola prodotta complessivamente, considerando che:

- si possono acquistare al massimo 5 unità di lotto 3;
- la semola normale deve essere almeno il doppio della semola integrale e non più del quadruplo;
- le granaglie del lotto 1 e del lotto 2 sono incompatibili e pertanto non possono essere contemporaneamente acquistate;
- l'impurità media delle scorte di granaglia di tipo A deve essere inferiore allo 1.6%.

Si considera l'introduzione di una variabile decisionale per il tipo di semola partendo da tre tipi di granaglie:  $x_{ij}$ : produzione della semola di tipo  $i \in \{N, I\}$  per le granaglie del tipo  $j \in \{A, B, C\}$

Si intende massimizzare il numero di quintali prodotti, quindi:

$$\max 0.5 x_{NA} + 0.4 x_{NB} + 0.3 x_{NC} + 0.3 x_{IA} + 0.7 x_{IB} + 0.4 x_{IC}$$

s. t.

Si sa che il mulino dispone di 10000 euro per approvvigionarsi di granaglie e quindi ciò viene modellato sulla base della variabile presente e delle relative quantità:

$y_{ij}$ : rifornimento dal fornitore di tipo  $i \in \{1, 2, 3\}$  per le granaglie del tipo  $j \in \{A, B, C\}$

Quindi:

$$(3_{1A} + 5_{1B} + 8_{1C}) 100 + (4_{2A} + 9_{2B} + 3_{2C}) 140 + (7_{3A} + 2_{3B} + 2_{3C}) 120 \leq 10000$$

Ora, consideriamo i singoli vincoli:

- si possono acquistare al massimo 5 unità di lotto 3

$$x_{3A} + x_{3B} + x_{3C} \leq 5$$

- la semola normale deve essere almeno il doppio della semola integrale e non più del quadruplo

$$2 * (x_{IA} + x_{IB} + x_{IC}) \leq x_{N1} + x_{N2} + x_{N3} \leq 4 * (x_{IA} + x_{IB} + x_{IC})$$

- le granaglie del lotto 1 e del lotto 2 sono incompatibili e pertanto non possono essere contemporaneamente acquistate

Introduciamo quindi una variabile logica binaria:

$z_{ij}$ : variabile logica che vale 1 se si effettua rifornimento dal fornitore di tipo  $i \in \{1, 2, 3\}$  per le granaglie del tipo  $j \in \{A, B, C\}$ , 0 altrimenti

$$z_{1A} \leq (1 - z_{2A}), \quad z_{1B} \leq (1 - z_{2B}), \quad z_{1C} \leq (1 - z_{2C})$$

L'attivazione è come segue:

$$z_{1A} + z_{2A} \leq 1, \quad z_{1B} + z_{2B} \leq 1, \quad z_{1C} + z_{2C} \leq 1$$

- l'impurità media delle scorte di granaglia di tipo A deve essere inferiore allo 0.6%

$$\frac{(0.01 * 3y_{1A}) + (0.02 * 4y_{2A}) + (0.015 * 7y_{3A})}{3} \leq 0.6(y_{1A} + y_{1B} + y_{1C})$$

Domini:

$$x_{ij} \in Z_+, y_{ij} \in Z_+, z_{ij} \in \{0,1\}$$