

## Soluzione: Tulipani

Si possono definire 5 variabili, una per ogni tipo di tulipano, che rappresentano le quantità totali di tulipani coltivati (esprese in metri quadri) e poi altre 10 variabili, che indicano quanta parte dei tulipani è destinata al mercato nazionale e quanta all'esportazione.

Cinque vincoli di uguaglianza, uno per ogni tipo di tulipano, legano le prime cinque variabili con la somma delle altre due corrispondenti (produzione totale = produzione per il mercato interno + produzione per l'export).

La funzione obiettivo da massimizzare è la combinazione lineare delle dieci variabili suddette, ciascuna moltiplicata per il suo prezzo di vendita.

I vincoli sulle minime e massime percentuali per l'export si esprimono banalmente, grazie alla definizione delle variabili suddette.

Altri quattro vincoli riguardano l'acqua, i concimi e l'area disponibile.

Infine cinque vincoli impongono che le quantità totali siano non inferiori alla soglia minima data.

La formulazione LINDO completa è nel file TULIP1.LTX. La soluzione è nel file TULIP1.OUT.

Il primo concime ha un prezzo ombra di 33.27 Euro/Kg; quindi acquistarne altro al prezzo di 25 Euro/Kg è conveniente. Il secondo concime invece ha prezzo-ombra nullo, perché non è una risorsa scarsa; quindi non conviene acquistarne altro, nemmeno a prezzo scontato.

I tulipani prodotti in quantità minima sono quelli di tipo A, D ed E. I loro prezzi di vendita sul mercato nazionale che farebbero cambiare la base sono rispettivamente 90, 100 e 85 Euro/mq. Al di sotto di queste variazioni, non risulta conveniente produrli in quantità superiore al minimo.

La variazione della funzione obiettivo in funzione dell'area si ottiene con l'analisi parametrica, riportata in fondo al file TULIP2.OUT. Il file si riferisce al modello riportato nel file TULIP2.LTX, in cui è stata introdotta appositamente una variabile  $h$  per rappresentare la profondità del terreno ed un vincolo di uguaglianza sul cui termine noto (pari a 50) fare l'analisi parametrica.

Fino a 43.2277 metri (cioè quasi 7 metri di terreno persi per tutta la larghezza) il profitto non cambia. Poi inizia a diminuire: da circa 41 metri in poi, si ha una perdita di 13462 Euro per ogni metro di terreno perso.