

Laboratorio di Ricerca Operativa

Homework 2015-16: Un problema di produzione

testo originale PhD Andrea Manno e Simone Sagratella.*

Revisione semplificata di Laura Palagi

23 ottobre 2015

Gentili concorrenti,

sono il pre

attrezzature da spiaggia, giardino e piscina di alta qualità. Il no
prevede la produzione e la commercializzazione di vari prodotti (sdraio, let-
tini, sedie da regista, ombrelloni) per due mercati indipendenti: quello delle
impre

ti della spiaggia, dei laghi, campeggiatori...). L'azienda produce in diversi
stabilimenti e distribuisce i suoi prodotti in vari centri di vendita ubicati
strategicamente su tutto il territorio nazionale.

Il no

discusso di alta qualità. Tuttavia il sistema produttivo è diventato sempre
più comple

che fanno dell'e

Abbiamo la nece

per individuare una strategia di succe

modellistiche e alla vo

trovare un'ottima soluzione !

*Vedi http://www.dis.uniroma1.it/~sagratella/labR0/2014-5/Sem1/semestre1_labro.html

1 Il sistema aziendale

Descriviamo nel dettaglio le caratteristiche e i meccanismi che sono alla base dell'azienda e del mercato in cui opera.

L'obiettivo è quello di definire la strategia di produzione e di vendita dei prodotti per un periodo di 3 mesi (Aprile, maggio giugno 2016) **in modo da massimizzare il guadagno complessivo dell'azienda.**

1.1 I prodotti

I prodotti commercializzati sono 3: ombrelloni ($t = 1$), lettini ($t = 2$) e frisbee ($t = 3$). Ognuno di questi ha un prezzo di vendita per il mercato delle imprese p_t^I e un prezzo di vendita per il mercato dei privati p_t^P , **entrambi questi prezzi devono essere determinati per ogni prodotto t .**

Il prezzo ha un effetto sulla domanda di quel prodotto nel rispettivo mercato secondo una legge non lineare descritta nella sezione 1.4. Fissare un prezzo alto ha un effetto positivo sui ricavi, ma un effetto negativo sulla domanda di quel prodotto nel rispettivo mercato (vedi sotto quando si parla di domanda). Mentre ovviamente fissare un prezzo basso produce i due effetti invertiti.

I frisbee vengono prodotti a scopo pubblicitario (vedi sotto quando si parla di pubblicità) e sono distribuiti gratuitamente.

1.2 I centri di produzione

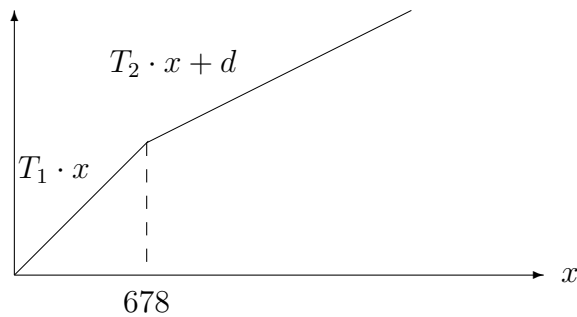
L'azienda dispone di 2 centri di produzione: Jesolo, Cosenza. Ciascuno di questi ha diverse caratteristiche produttive.

Produrre in questi centri una unità di uno qualunque dei 3 prodotti ha un costo che possiamo riassumere nelle seguenti componenti:

- **consumo di materie prime:** la produzione di un'unità di prodotto consuma un certo quantitativo (in kg) di materie prime. Le materie prime che consideriamo sono 3:
 - plastica, alluminio, tessuto.

Le materie prime vengono acquistate dall'azienda tutte insieme all'inizio dell'attività. L'acquisto avviene a due diverse tariffe $T_1 > T_2$ euro al kg. I kg sotto un certo limite vengono acquistati a tariffa T_1 (alta), mentre i kg oltre questo limite vengono acquistati a tariffa T_2 (bassa). Ad esempio supponiamo che l'azienda debba acquistare 1000 kg di plastica e che il limite sia fissato a 678 kg, allora i primi 678 kg verranno acquistati a tariffa 1 (cioè al prezzo alto) mentre i restanti 322 kg verranno acquistati a tariffa 2 (cioè al prezzo basso). Vedi la figura

costo materia prima x



Il consumo unitario (in kg per unità di prodotto j), i limiti per il cambio di tariffazione (in kg) e le due tariffe (in euro/kg) sono specificati nella scheda tecnica. Nota che questi parametri variano sia con il centro di produzione che con il tipo di materia prima.

- **Consumo di energia:** ogni unità di prodotto consuma un certo quantitativo (in kWh) di energia. Questo costo può essere trascurato.
- **consumo di tempo uomo (manodopera):** ogni unità di prodotto richiede l'uso di un certo quantitativo di ore uomo. Ogni centro di produzione ha ogni mese un diverso numero di operai che lavorano garantendo un serbatoio di ore uomo lavorate. Ovviamente la produzione in ogni centro di produzione e in ogni mese deve essere tale che le ore uomo consumate per produrre i prodotti non superino le ore uomo lavorate dagli operai. Ogni operaio ha un salario mensile e un ammontare di ore uomo mensili lavorate diversi a seconda del centro di produzione in cui lavora. I consumi di ore uomo (in ore per unità di prodotto j), i salari mensili (in euro) e le ore uomo lavorate dal singolo operaio sono specificati nella scheda tecnica. Nota che i diversi centri di produzione hanno diversi consumi di ore uomo in base al prodotto. **Il numero di operai che lavorano in ogni centro di produzione mese per mese dovrà essere scelto da voi** e dovrà tenere conto di alcuni limiti di inferiori e superiori riportati nella scheda tecnica.
- **Costi fissi** Se un centro di produzione produce una singola unità di prodotto allora viene considerato attivo per il mese in cui la produce e viene pagato un costo fisso di apertura. Ogni centro di produzione ha un diverso costo fisso (in euro) che è riportato nella scheda tecnica.

1.3 I centri di vendita

Ci sono quattro possibili centri di vendita (Genova, Bari, Salerno, Palermo). Ciascuno di questi trovandosi in posti diversi usufruisce di una domanda diversa (vedi sezione 1.4).

Anche per i centri di vendita è possibile individuare dei costi costituiti dalle seguenti voci.

- **Costi di trasporto** I prodotti devono essere trasportati dai centri di produzione ai centri di vendita. Portare una unità di prodotto t da un centro di produzione x a un centro di vendita y ha un costo che dipende dall'ingombro (volume) di p e dal costo di trasporto al metro cubo da x a y . Nella scheda tecnica sono riportati i costi di trasporto al metro cubo (in euro) da tutte le origini a tutte le destinazioni e gli ingombri (in metri cubi) di ogni prodotto. **Le quantità di ognuno dei 3 prodotti che vengono fabbricati in ognuno dei 2 centri di produzione e trasportati in ognuno degli 4 centri di vendita in ognuno dei 3 mesi dovranno essere decise da voi.** Si parla di 72 variabili.
- **Costi di magazzino** Ogni mese viene venduto un quantitativo di prodotti non superiore alla domanda. Tuttavia la produzione di un mese potrebbe superare la domanda prevista e in questo caso tutta la merce non venduta viene immagazzinata al centro di vendita ed è disponibile per la vendita i mese successivi. Immagazzinare una unità di prodotto ha un costo mensile (in euro) che dipende dal prodotto e dal centro di vendita (vedi scheda tecnica). Si parte con i magazzini vuoti. Se al termine dei tre mesi il magazzino non è vuoto viene addebitato un costo.
- **Costi fissi** I centri di vendita non hanno costi fissi di attivazione, tuttavia per vincoli aziendali se ne possono attivare solo 3 dei 4 disponibili. **La scelta di quale centro non attivare è lasciata a voi.**

1.4 La domanda e la pubblicità

Il mercato delle imprese e il mercato dei privati sono caratterizzati da una funzione di domanda differente entrambe influenzate dai prezzi e dagli investimenti pubblicitari di vario genere.

La domanda per le imprese D_{kjt}^I relativa al mese k nel centro di vendita j e per il prodotto t , dipende dal prezzo di ogni singolo prodotto t fissato per le imprese p_t^I e dal coefficiente pubblicitario per le imprese CP_{kj}^I che a sua volta dipende da investimenti e quantità di frisbee (vedi sotto per i dettagli sul calcolo di CP_{kj}^I). La domanda per le imprese D_{kjt}^I viene calcolata usando questa funzione:

$$D_{kjt}^I = PM_{jt} \left(\max \left\{ 2 - \frac{p_t^I}{PP_t^I}, 0 \right\} \right)^{1.6} \frac{PQ_k^I}{10} (1 + 0.05 CP_{kj}^I), \quad \text{se } p_t^I \geq 0.01$$

dove:

- PM_{jt} è il parametro di mercato relativo al centro di vendita j e al prodotto t
- PP_t^I è il parametro di prezzo per le imprese relativo al prodotto t
- PQ_k^I è il parametro di quantità per le imprese relativo al mese k

Qualora il prezzo $p_t^I = 0$ allora

$$D_{kjt}^I = PM_{jt} (2.1)^{1.6} \frac{PQ_k^I}{10} (1 + 0.05 CP_{kj}^I).$$

Analogamente la domanda per i privati D_{kjt}^p relativa al mese k nel centro di vendita j e per il prodotto t viene calcolata usando questa funzione:

$$D_{kjt}^p = PM_{jt} \left(\max \left\{ 2 - \frac{p_t^p}{PP_t^p}, 0 \right\} \right)^{1.5} \frac{PQ_k^p}{10} (1 + 0.1 I_{kj}^p), \quad \text{se } p_t^p \geq 0.01$$

dove:

- p_t^p è il prezzo di vendita per i privati del prodotto t
- CP_{kj}^p è il coefficiente pubblicitario per i privati relativo al mese k relativo al centro di vendita j (vedi sotto per i dettagli sul calcolo di I_{kj}^p).
- PM_{jt} è il parametro di mercato relativo al centro di vendita j e al prodotto t
- PP_t^p è il parametro di prezzo per i privati relativo al prodotto t
- PQ_k^p è il parametro di quantità per i privati relativo al mese k

Se $p_t^p = 0$ allora

$$D_{kjt}^p = PM_{jt} (2.1)^{1.5} \frac{PQ_k^p}{10} (1 + 0.1 I_{kj}^p).$$

I coefficienti pubblicitari sia per il mercato delle imprese che per quello dei privati si calcolano così:

$$CP_{kj} = \frac{S_k + 10F_{kj}}{100000},$$

dove:

- S_k è l'investimento pubblicitario (rispettivamente del mercato delle imprese o del mercato dei privati) relativo al mese k
- F_{kj} è il numero di frisbee prodotti nel mese k e portati nel centro di vendita j .

Tutti i parametri relativi alla domanda sono riportati nella scheda tecnica.

L'investimento pubblicitario (in euro) nel mercato delle imprese e nel mercato dei privati dovrà essere scelto per ogni mese da voi.

2 Riepilogo ipotesi semplificative

- programmazione su tre mesi (aprile-maggio-giugno);
- produzione di ombrelloni, lettini e frisbee;
- scelta dei prezzi mediante analisi di scenario.
- due soli centri di produzione (Jesolo, Cosenza)
- tre sole materie prime: plastica, alluminio e tessuto;
- trascurare la disponibilità di energia;
- trascurare il costo del consumo e i costi di energia;
- quattro centri di vendita (Genova, Bari, Salerno, Palermo)
- trascurare il costo di trasporto che dipende dall'ingombro;
- trascurare il costo fisso di attivazione del centro di vendita.

3 Svolgimento e valutazione homework

Ciascun gruppo dovrà discutere nelle date della revisione le strategie gestionali, le scelte modellistiche e i dettagli implementativi (in foglio elettronico o altro software per la soluzione problemi di ottimizzazione). L'azienda mette a disposizione la scheda tecnica con tutti i dati necessari e un simulatore per valutare la bontà delle soluzioni proposte. Il valore fornito dal simulatore sarà utilizzato per individuare la soluzione migliore tra quelle proposte e designare la squadra vincitrice. Il funzionamento del simulatore è spiegato nel prossimo paragrafo.

4 Uso del simulatore

Nel file simulatore.zip trovate

- il file *marinero_win.exe* eseguibile con sistema operativo Windows.
- la cartella *input* contenente i file formato txt relativi alle scelte decisional (variabili)
 - *operai*: contiene il numero di operai per i due impianti nei tre mesi (tabella 2 x 3)
 - *prezzo-impr* e *prezzo-priv*: i prezzi fissati per i tre prodotti rispettivamente per il mercato imprese e mercato privati (su riga sepratai da spazio)

- *pubbl-impr* e *pubbl-priv*: l'investimento in pubblicità rispettivamente per per il mercato imprese e mercato privati (su riga sepratai da spazio)
- *qta-mese-frisbee*, *qta-mese-ombrellone*, *qta-mese-sdraio*, in cui mese=Apr/Mag/Giu che sono le quantità per ogni centro di produzione e centro di vendita (tabella 2 x 3) per ognuno dei tre prodotti per il mese indicato.

Il programma *marinero_win.exe* legge i valori contenuti in questi files e controlla se la soluzione fornita è ammissibile. Calcola inoltre le voce di profitto e di costo simulando la situazione della Marinero spa e le riporta in un file report.txt.

Lanciando il programma *marinero_win.exe* si possono fare diverse cose

- *stampare i parametri [p]*: digitando la lettera p stampa i valori contenuti nella scheda tecnica
- *caricare e stampare le variabili [v]*: digitando la lettera v carica i valori contenuti nei files della cartella input (le variabili)
- *avviare la simulazione [s]*: digitando la lettera s si effettuano tutti i calcoli per verificare l'ammissibilità della soluzione e ottenere il valore della funzione obiettivo. Tali informaizoni sono riportate sul file report.txt. È possibile generare report più dettagliati:
 - *stampare il report della domanda [d]*
 - *stampare il report sui ricavi [r]*
 - *stampare il report sui costi di trasporto [t]*
 - *stampare il report sui costi di magazzino [m]*
 - *stampare il report sui costi di materie prime [k]*
 - *stampare il report sui costi di energia [e]*
- *uscire dal simulatore [q]*: digitando la lettera q esce dal simulatore