

# Metodi e Modelli per l'Ottimizzazione Combinatoria

## Proposta di possibili progetti

Luigi De Giovanni

### 1 Premessa (**REGOLE!!!**)

L'esame di Metodi e Modelli per l'Ottimizzazione Combinatoria consiste di:

- svolgimento di un progetto sull'applicazione dei metodi presentati a lezione per la soluzione di un problema di ottimizzazione combinatoria;
- esame orale su tutti gli argomenti del corso.

L'accesso all'esame orale è subordinato alla consegna del progetto e alla sua valutazione positiva da parte del docente. Il voto sarà deciso dal docente in base alla qualità sia del progetto che dell'esame orale in modo paritetico.

Il progetto consiste delle seguenti fasi:

1. scelta di un argomento tra i due di seguito proposti e descrizione del problema a cura dello studente. La descrizione deve semplicemente rendere esplicite le richieste del problema in termini di possibili funzioni obiettivo e caratteristiche volute per le soluzioni ammissibili, descritte in linguaggio naturale (1-2 pagine, con eventuali disegni, non si richiede il modello matematico in questa fase);
2. formalizzazione del problema con un modello di programmazione lineare intera mista;
3. l'implementazione del modello con Cplex e il test della procedura su istanze di esempio;
4. **IN ALTERNATIVA, a seconda del progetto scelto:**
  - (a) l'implementazione di un metodo di soluzione basato su una tecnica di programmazione matematica proposta dal docente (column generation o branch and cut o ...)
  - (b) l'implementazione di un metodo metaeuristico proposto dal docente (ricerca locale o tabu search o algoritmi genetici o ...)

5. il test delle tecniche implementate su istanze i test;
6. la stesura e la consegna di una relazione con la descrizione del lavoro svolto (circa 20 pagine)

A scelta dello studente, il progetto può essere condotto durante lo svolgimento del corso, con delle scadenze fissate per ogni fase. A seconda delle scadenze rispettate e della qualità degli elaborati via via consegnati, saranno dati 5 punti di bonus, da sommare al normale voto dell'esame (progetto + orale). Ovviamente, anche chi non rispetta le scadenze o fa il progetto in altri momenti può prendere trenta e lode, ma è più difficile...

La prima scadenza è fissata per **martedì 22 febbraio 2011, ore 9:00 A.M.** (non lunedì mattina, come si era detto). Le altre scadenze saranno comunicate durante il corso e pubblicate su questo sito.

**ATTENZIONE!!!** Dopo le scadenze delle fasi 1 e 2 e 4(a), il docente metterà a disposizione degli studenti una descrizione, dei modelli e delle tecniche COMUNI a tutti (con qualche variante individuale per i punti 4(a) e 4(b)), che saranno utilizzati da tutti per le fasi successive, sia chi intende rispettare le scadenze, sia chi non lo farà.

Di seguito proponiamo due bozze di descrizione di problema, tra cui lo studente dovrà scegliere una.

## 2 Progetto A: turnazione di farmacie

La federazione dei farmacisti vuole organizzare i turni festivi delle farmacie sul territorio regionale. E' stabilito a priori il numero dei turni, che devono essere bilanciati in termini di numero di farmacie, considerando che ciascuna farmacia deve appartenere, per equità, a un solo turno. Ad esempio, se il numero complessivo di farmacie è 12 e si vogliono organizzare tre turni, ciascun turno sarà formato da quattro farmacie. Sia le farmacie che gli utenti si considerano distribuiti sul territorio e concentrati in centroidi (corrispondenti in genere con comuni o quartieri). Per ogni centroide sono noti il numero di utenti e il numero di farmacie. E' inoltre nota la distanza tra ogni coppia ordinata di centroidi. In prima istanza, si trascurano problemi relativi alla congestione e si assume che gli utenti, in ciascun turno, si servano dalla farmacia aperta più vicina. Si vuole determinare la distribuzione dei turni festivi che minimizza la distanza complessiva percorsa dagli utenti per il servizio festivo.

*Guida alla scelta:* per questo problema il docente proporrà un modello matematico con un numero *piccolo* di variabili, *facile* da implementare con Cplex, e una tecnica di generazione di colonne, i cui dettagli (che possono variare) saranno discussi individualmente con il docente (caso 4(a)).

## 3 Progetto B: minimizzazione dei costi di carico

Un colorificio deve organizzare la produzione di diversi colori. Tenendo conto che il setup delle macchine per produrre un colore diverso richiede molte operazioni di set up (lavag-

gio dei macchinari, programmazione delle macchine a controllo numerico etc.), l'azienda produce i colori uno di seguito all'altro: la produzione di un certo colore avviene una sola volta. I secchi di vernice prodotti devono essere caricati sui camion dei clienti che li hanno ordinati. Il tempo per la produzione di una tinta, comprensivo dei tempi di carico è lo stesso per tutti e si assume essere 1. Durante le operazioni di carico, ogni camion del cliente occupa un gate: il camion viene posizionato sul gate non appena inizia la produzione della prima tinta di interesse del cliente e viene tolto solo quando viene caricata l'ultima tinta di interesse. Un esempio è riportato nella in figura 1. Ci sono 7 tinte (1...7) e 5 clienti (A...E). I punti sulle righe rappresentano gli ordini: il cliente A ha ordinato le tinte 1, 3 e 5, B le tinte 1, 4, 5 e 6 e così via (Figura 1(a)).

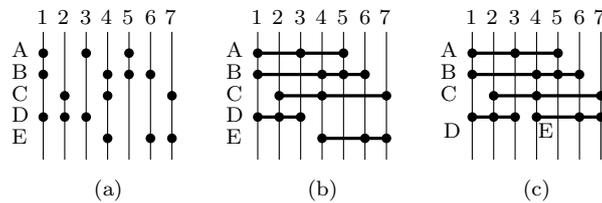


Figure 1: *Esempio di ordini e di sequenza di produzione.*

Supponiamo adesso che le tinte siano prodotte nella sequenza [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Il camion del cliente A occupa un gate da quando si produce la tinta 1 a quando si produce la tinta 5; il camion del cliente E occupa un gate da quando si produce la tinta 4 a quando si produce la tinta 7. L'occupazione die gate è rappresenta dalle linee continue in Figura 1(b). Si noti come D liberi un gate dopo la tinta 3, mentre E ha bisogno di un gate a partire dalla tinta 4. Di conseguenza D ed E possono usare lo stesso gate. Non essendo possibili altre economie di questo tipo, il numero di gate necessari per soddisfare la sequenza [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] è 4. Inoltre, il tempo complessivo di occupazione di gate (ricordando che il tempo per la produzione di una qualsiasi tinta è 1) è 19 (lunghezza complessiva delle linee). Supponiamo ora che la sequenza di produzione sia [1, 3, 5, 2, 4, 6, 7], come mostrato in Figura 2. In questo caso, seguendo i ragionamenti di prima, il numero di gate necessari

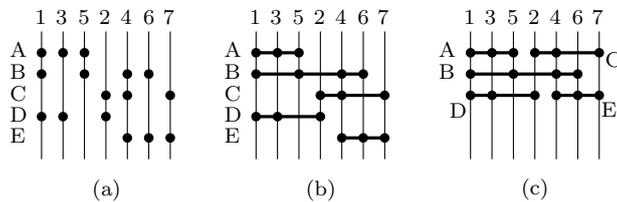


Figure 2: *Sequenza di produzione alternativa.*

è 3 e il tempo complessivo 15.

I gate vengono affittati da una ditta esterna al colorificio, che prevede un costo fisso per ogni gate occupato e un tempo variabile per il tempo di occupazione: si vuole determinare la sequenza di produzione che minimizza i costi per l'affitto dei gate.

*Guida alla scelta:* per questo problema il docente proporrà un modello matematico *più difficile* da implementare con Cplex, e una tecnica metaeuristica, tendenzialmente diversa per ciascuno e da concordare con il docente (caso 4(b)).