

# La logistica milk run di Filtrec S.p.A.

Livello di difficoltà: avanzato

## Parole chiave

- Modellizzazione matematica
- Programmazione Lineare Mista Intera
- Python+PuLP

## Introduzione

Filtrec S.p.A. è un'azienda con due sedi in Italia, una a Telgate (Bergamo, headquarters) e una a Villimpenta (Mantova), più dodici filiali nel mondo. I principali prodotti realizzati da Filtrec sono filtri di vario genere, impiegati in diversi settori di applicazione, come quello agricolo, quello delle energie rinnovabili, dei trasporti, o l'industria marittima.

Per svolgere le sue attività operative, Filtrec si appoggia a una rete di fornitori/terzisti, distribuiti nelle diverse regioni italiane, sia per ottenere da loro dei prodotti sia per vendere i propri. Più volte alla settimana, Filtrec visita i fornitori/terzisti per consegnare e/o ritirare dei pallet di filtri. Per far ciò, Filtrec si appoggia a una ditta di logistica esterna per noleggiare i veicoli necessari (nel costo sostenuto da Filtrec sono compresi anche i compensi per gli autisti). Generalmente, un fornitore/terzista avvisa telefonicamente o via email quando è pronto per essere visitato. Appena possibile, un corriere assunto da Filtrec lo visiterà.

Per cercare di ottimizzare queste operazioni, Filtrec vuole ricorrere alla cosiddetta logistica **milk run**, una modalità di trasporto che ricalca il giro di consegne che il lattaiolo faceva di casa in casa (da qui, "giro del latte"). Per ogni milk run:

- sono definiti percorsi e tempi di transito di ogni veicolo presso ogni fornitore/terzista;
- sono tenuti in considerazione vincoli di disponibilità dei materiali, di dimensione del veicolo, aree di carico/scarico utilizzabili in base alla dimensione del veicolo, etc.;
- si tiene conto dei dati storici relativi agli ordini passati dei fornitori/terzisti.

Lo scopo principale è quello di rendere maggiormente efficiente il trasporto. Una volta definita e testata, questa modalità di gestione richiede poche risorse dedicate alla pianificazione del trasporto. Ma, prima, bisogna capire quali fornitori/terzisti visitare con un determinato veicolo, in quale giorno e momento della giornata, con quale frequenza settimanale, etc.

## **Filtrec-M1: il problema dei milk run semplificato su un giorno**

Si considerino:

- un orizzonte temporale di un giorno;
- un solo deposito (la sede di Telgate), punto di partenza/ritorno dei corrieri;
- un sottoinsieme di terzisti di Filtrec, ognuno con una quantità media di pallet consegnata dal corriere durante una visita (ipotizziamo che non ci siano pallet da ritirare e che i tempi di servizio siano trascurabili);
- un insieme di veicoli omogenei, aventi caratteristiche uguali in termini di capacità, tempo massimo di circolazione, punto di partenza/ritorno e costo fisso giornaliero.

Dato il costo fisso giornaliero di ogni veicolo, si vuole cercare di spendere meno possibile, usando meno veicoli possibili per servire tutti i terzisti in quel determinato giorno.

## **Filtrec-M2: il problema dei milk run semplificato a una settimana lavorativa**

Estensione del problema **Filtrec-M1** su tutta la settimana lavorativa. Si considerino:

- un orizzonte temporale di cinque giorni (dal lunedì al venerdì);
- le altre ipotesi del problema **Filtrec-M1**;
- una *frequenza minima di visita settimanale* per ogni terzista.

Dato il costo fisso giornaliero di ogni veicolo, si vuole cercare di usare meno veicoli possibili per servire tutti i terzisti un numero di volte almeno pari alla loro frequenza minima settimanale.

## **Obiettivi del progetto**

La metodologia didattica adottata per affrontare il progetto è una combinazione di collaborazione e cooperazione. Gli studenti sono divisi in cinque gruppi.

### **Obiettivi base:**

1. Formulazione del modello matematico del problema **Filtrec-M1** (con un giorno come orizzonte temporale).
2. Implementazione e risoluzione del modello matematico **Filtrec-M1** con Python+PuLP.

3. Aggiunta dei seguenti vincoli al problema **Filtrec-M1** per ottenere il problema **Filtrec-M1-bis**:
  - 3.1. **Gruppo 1**: se due terzisti sono indicati come “diversi”, devono essere serviti da veicoli diversi;
  - 3.2. **Gruppo 2**: alcuni terzisti “vicini” devono essere visitati dallo stesso veicolo;
  - 3.3. **Gruppo 3**: il numero di terzisti assegnati a ogni veicolo non può superare la metà del numero di terzisti totali;
  - 3.4. **Gruppo 4**: alcuni terzisti “vicini”, visitati dallo stesso veicolo, hanno precedenza rispetto ad altri tra loro;
  - 3.5. **Gruppo 5**: il numero di chilometri percorsi da ogni veicolo non può superare la sua distanza massima consentita.

Le informazioni che servono per modellizzare i vincoli aggiuntivi sono già tutte nell'istanza **Filtrec-M1.txt**.

#### Obiettivi avanzati:

4. Formulazione del modello matematico del problema **Filtrec-M2** (con una settimana lavorativa come orizzonte temporale).
5. Implementazione e risoluzione del modello matematico **Filtrec-M2** con Python+PuLP applicati all'istanza **Filtrec-M2.txt**.

#### Istruzioni

- Gli **obiettivi 1 e 2** saranno raggiunti **insieme ai tutor** durante l'ultima lezione.
- Per quanto riguarda l'**obiettivo 3**, ogni gruppo X dovrà formulare il proprio vincolo 3.X e implementarlo in Python **entro due settimane**, inviando la proposta di soluzione ai tutor via email.
- I tutor uniranno tutti i vincoli formulati e implementati dai gruppi per ottenere il modello matematico del problema **Filtrec-M1-bis**, che sarà inviato ai gruppi.
- Gli **obiettivi 4 e 5 sono facoltativi**: quando un gruppo X invia il proprio vincoli 3.X, potrà mandare anche la formulazione e/o l'implementazione in Python+PuLP del problema **Filtrec-M2** fatta anche consultandosi con altri gruppi.

#### Restituzione a Filtrec: relazione e presentazione

All'interno di ogni gruppo è necessario assegnare i seguenti ruoli:

- *modellizzatore*, ovvero chi si occupa della formulazione del modello matematico;
- *programmatore*, ovvero chi si occupa dell'implementazione del modello matematico in Python+PuLP;
- *spalla del programmatore*, ovvero chi offre supporto per l'implementazione;
- *creatore delle slides*, ovvero chi si occupa della grafica e dei contenuti della presentazione finale;
- *presentatore*, ovvero chi si occupa della comunicazione e dell'esposizione della presentazione finale.

Tutti i gruppi dovranno scrivere una **relazione di classe collettiva**, che dovrà contenere almeno:

- la descrizione del problema reale;
- l'analisi fatta per giungere alla modellizzazione dei problemi **Filtrec-M1** e **Filtrec-M1-bis**;
- la descrizione dell'implementazione in Python+PuLP;
- l'analisi e l'interpretazione dei risultati della risoluzione con Python+PuLP;
- conclusioni e sviluppi futuri (possibili estensioni).

La bozza della relazione di classe dovrà essere consegnata ai tutor, che manderanno le eventuali correzioni. La versione finale della relazione di classe dovrà essere consegnata al referente dell'azienda Filtrec **entro la data concordata**.

Il progetto si concluderà con una **presentazione** di 30 minuti presso la sede di Filtrec a Telgate, in cui dovranno intervenire almeno due componenti di ogni gruppo: il *presentatore* e il *creatore delle slides* (il primo dovrà parlare di più del secondo, essendo, appunto, la persona incaricata di presentare). Le restanti modalità della presentazione sono libere.