



Profesores: Guillermo Durán
Richard Weber
Auxiliares: Fernanda Bravo
Andre Carboni
Rodrigo Wolf

CTP N°1 IN34A

1 Abril 2009

La empresa operadora TransAmiga se ha ganado la licitación para operar una nueva zona del gran Santiago y debe decidir cuáles de las rutas disponibles va a operar de manera de satisfacer las condiciones impuestas por el gobierno y maximizar sus beneficios.

Se dispone de un conjunto definido de recorridos R , los cuales están compuestos por un conjunto de paraderos P en la zona asignada, para efectos de modelamiento suponga que el paradero 0 es el terminal común para todos los recorridos disponibles. Considere un parámetro β_{pr} que toma valor 1 cuando el paradero p está contenido en el recorrido r , 0 en caso contrario.

Estudios previos a la licitación han permitido hacer una buena estimación de la demanda en la zona. Se deben transportar dos tipos de pasajeros, *Adultos* y *Escolares* quienes desean ser transportados desde cada paradero, sea D_{pqr} la demanda por transporte desde el paradero p al paradero q (consecutivos) a través el recorrido r y además se ha estimado la proporción según el tipo de pasajero, sea ésta δ_{pqri} .

Cada recorrido puede ser operado por un sólo tipo de bus, pudiendo ser estos *pequeños* o *medianos*, sus capacidades están definidas por Cap_bus_b . Durante el día de operación, se debe satisfacer toda la demanda de la ruta, para lo cual lo más probable es que múltiples viajes deban ser realizados en cada ruta.

Por otra parte, el valor del pasaje depende del tipo de pasajero que se esté transportando, sea este VP_i del cual el 70% es ganancia para el operador, el resto es para la empresa coordinadora de las operadoras. En cuanto a los costos, se conocen los costos por operar una ruta con un bus tipo b , $Costo_ruta_{br}$.

Con el fin de asegurar el transporte básico en la zona, se le ha obligado a realizar un mínimo de 5 recorridos, más algunas obligaciones. El recorrido 5 debe ser realizado, pues pasa por uno de los colegios más concurridos de la zona. Existen dos recorridos que pasan por el consultorio de la zona, éstos son el 4 y 8, se debe asegurar que al menos uno de ellos se realice. En el diseño de los recorridos hubo un error y dos de estos pasan por casi los mismos paraderos, luego se debe a lo más escoger uno de ellos para evitar congestión en las rutas. Además para evitar congestión en los paraderos, se quiere que a lo más dos recorridos, cualquiera estos sean, se detengan en cada paradero.

TransAmiga le ha solicitado que genere un modelo de optimización lineal mixto, que permita definir sus operaciones maximizando el beneficio y respetando las restricciones de operación establecidas.



Pauta CTP N°1 IN34A

1 Abril 2009

Conjuntos

R : Conjunto de rutas $\{1 \dots |R|\}$

P : Conjunto de paraderos $\{0 \dots T\}$, donde 0 es el terminal de inicio y T es el terminal final.

B : Tipo de bus $\{1 = \text{Pequeño}, 2 = \text{Mediano}\}$

I : Tipo de pasajeros $\{\text{Adulto}, \text{Escolar}\}$

Parámetros

Cap_bus_b : Capacidad máxima de pasajeros del bus de tipo b

$Costo_ruta_{br}$: Costo por recorrer ruta r utilizando bus de tipo b

D_{pqr} : Demanda de pasajeros desde paradero p al paradero q (consecutivos) en el recorrido r

δ_{pqri} : Pr oportión de la demanda de pasajeros de tipo i desde paradero p al q en el recorrido r

$\beta_{pr} : \begin{cases} 1 & \text{si paradero } p \text{ está contenido en ruta } r \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$

VP_i : Valor pasaje para pasajero tipo i por subir al bus

Variables de decisión

$X_r : \begin{cases} 1 & \text{si ruta } r \text{ es seleccionada} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$

$Y_{br} : \begin{cases} 1 & \text{si bus tipo } b \text{ es asignado a ruta } r \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$

Z_{rb} : Cantidad de viajes del bus tipo b en el recorrido r

Restricciones

1. Un solo tipo de bus se asigna a cada ruta, si ésta es seleccionada.

$$\sum_{b \in B} Y_{br} \leq X_r \quad \forall r \in R$$

2. Se seleccionan al menos 5 rutas

$$\sum_{r \in R} X_r \geq 5$$

3. Cantidad de viajes para satisfacer toda la demanda.

$$D_{pqr} \leq \sum_{b \in B} Z_{rb} \cdot Cap_bus_b \quad \forall r \in R, p, q \text{ (consecutivos)} \in r$$

4. Viajes de un tipo de bus se realizan sólo si se eligió el tipo de bus

$$Z_{rb} \leq Y_{br} \cdot M \quad \forall r \in R, b \in B$$

5. A lo más dos recorridos visitan cada paradero.

$$2 \geq \sum_{r \in R} X_r \cdot \beta_{pr} \quad \forall p \in P$$

6. Fijar rutas por defecto

La ruta 5 debe ser seleccionada, pues pasa por los 2 colegios más concurridos de la zona

$$X_5 = 1$$

Se debe escoger solo una de las rutas 7 y 9 pues coinciden en más de la mitad de los paraderos

$$X_7 + X_9 \leq 1$$

Se debe escoger al menos una de las rutas 4 y 8 que son las que llegan al Consultorio

$$X_4 + X_8 \geq 1$$

7. Naturaleza de las variables

$$X_r \in \{0,1\} \quad \forall r \in R$$

$$Y_{br} \in \{0,1\} \quad \forall b \in B, r \in R$$

$$Z_{rb} \in \mathbb{N}$$

Función Objetivo

$$\text{Max} \quad 0.7 \sum_{r \in R} \sum_{p, q \in r} \sum_{i \in I} D_{pqr} \delta_{pqri} VP_i - \sum_{b \in B} \text{Costo_ruta}_{br} Z_{br}$$