

Tema de Tesis o memoria: Nuevas heurísticas para el diseño estratégico de una red de líneas de Transporte Público

Área/especialidad: Transporte, Gestión de Operaciones, Computación, Matemáticas.

Profesores guía: Sergio Jara Díaz jaradiaz@ing.uchile.cl y Andrés Fielbaum a.s.fielbaumschnitzler@tudelft.nl

Breve descripción.

El diseño de una red de líneas de Transporte Público (TP) es un problema NP-Duro, es decir, para el cual no existen algoritmos que encuentren el diseño óptimo en redes urbanas reales (calles-vías). Se trata de encontrar un conjunto de líneas, cada una con su frecuencia y tamaño de vehículos, que puedan servir una matriz de flujos origen-destino optimizando una función objetivo que considere todos los recursos económicos necesarios, tanto los de operación como el tiempo de los usuarios.

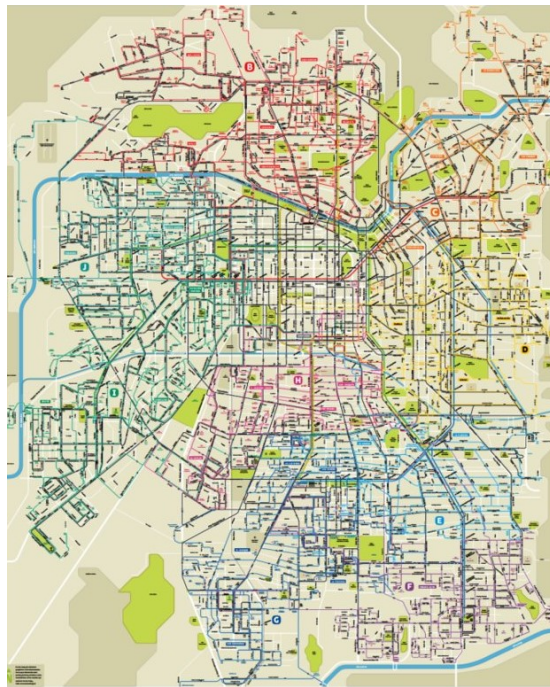


Figura 1. Red propuesta originalmente en Santiago (Transantiago)

El problema genérico de diseño ha sido enfrentado usando redes regulares (grillas) o redes muy simples que permiten soluciones exactas. En redes reales (ver Figura 1) se usan heurísticas, gran parte de las cuales comienzan con líneas directas entre todos los pares origen-destino (con gran beneficio para los usuarios), para luego re-diseñar iterativamente los recorridos, haciéndolos más largos para tomar más pasajeros y así reducir el número de líneas, disminuyendo el costo de operación hasta llegar a un estado aceptable (e.g. Borndörfer et al, 2007). Además de los trazados de las líneas, algunas heurísticas consideran las frecuencias y tamaños de vehículos en cada servicio

como variables de diseño, lo que incrementa la complejidad del problema pues emerge un problema de equilibrio (punto fijo) entre estas variables y la selección de rutas por parte de los usuarios.

En esta tesis se propone diseñar a partir de un modelo existente de ciudad construido para enfrentar el problema a nivel estratégico. Se basa en la estructura de centros y la red vial primaria que los sirve, con una estructura de demanda por viajes que refleja - mediante pocos parámetros - la distribución de los mismos entre esos centros (ver Fielbaum et al, 2016, 2017, 2018). Esta Ciudad Paramétrica (CP), sintetizada en la Figura 2, es la base para construir una heurística que identifique trazados iniciales razonables de TP (como hub-and-spoke, troncal-alimentador, sin trasbordos, expresos), y lo modifique disminuyendo la suma de costos de usuarios y operadores, arribando a una red estratégica de TP con sus respectivas frecuencias y tamaños de vehículo. La bondad de esta(s) nueva(s) heurística(s) deberá ser comparada con aquellas existentes, basadas principalmente en directas.

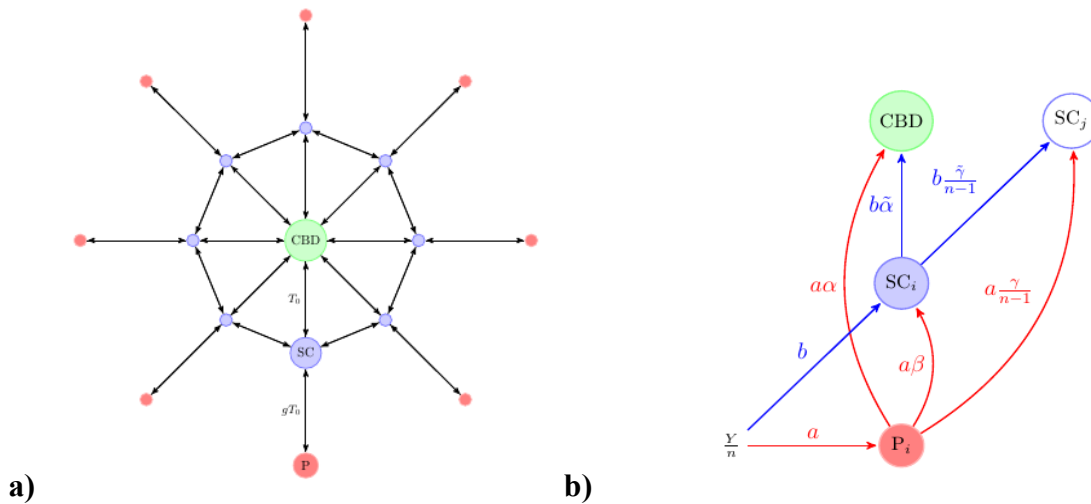


Figura 2: Topología (a) y estructura de demanda (b) de la Ciudad Paramétrica (versión simétrica).

Referencias

- Borndörfer R, Grötschel M, Pfetsch ME (2007) A column-generation approach to line planning in public transport. *Transportation Science* 41(1):123–132.
- Fielbaum, A., Jara-Díaz, S., and Gschwender, A. (2016). Optimal public transport networks for a general urban structure. *Transportation Research Part B: Methodological*, 94, 298-313.
- Fielbaum, A., Jara-Díaz, S., and Gschwender, A. (2017). A parametric description of cities for the normative analysis of transport systems. *Networks and Spatial Economics*, 17(2), 343-365.
- Fielbaum, A., Jara-Díaz, S., and Gschwender, A. (2018). Transit Line Structures in a General Parametric City: The Role of Heuristics. *Transportation Science*, 52(5), 1092-1105.