



*Universidad de Santiago*  
*Departamento de Ingeniería en Informática*  
*Computación Evolutiva*  
*Segundo Semestre 2013*

## **Enunciado Proyecto**

Profesor: Víctor Parada  
Ayudante: Carlos Rey

### **1. Introducción**

Los problemas de *crew scheduling* surgen en la gestión del transporte de carga y pasajeros de líneas aéreas, buses, trenes, etc. El proceso de programación de servicios y conductores de un sistema de transporte subterráneo de pasajeros se puede descomponer en tres pasos: programación del movimiento de trenes, generación de los servicios de conducción y asignación de los conductores a los servicios. La resolución de los tres pasos permite generar la programación operativa completa. El primer paso consiste en la generación de una programación horaria que especifique el movimiento de trenes entre los lugares de inicio y término de viaje. En esta definición se tiene en cuenta la demanda de viajes que existe entre los diferentes orígenes y destinos de la red, el material rodante disponible y un adecuado balance entre la calidad del servicio a los pasajeros o clientes y el costo operacional. En consecuencia, se genera el conjunto de viajes que debe ser realizado durante un día. Cada viaje se define por el número del tren, el tiempo y el lugar de inicio y el tiempo y el lugar de destino.

A partir de la programación horaria generada, en el segundo paso se generan los servicios de conducción, es decir, subconjuntos factibles de viajes que pueden ser realizados por un único conductor. Finalmente, en el tercer paso, cada servicio de conducción generado es asociado a un conductor, teniendo en cuenta la rotación homogénea de los conductores entre los servicios de conducción en un periodo más largo de programación y además, considerando actividades adicionales tales como: días libres, vacaciones, fines de semana, periodos de entrenamiento, etc. Como resultado se genera la programación semanal o mensual.

Este proyecto se focaliza en el problema que surge en el segundo paso de la programación considerando las siguientes condiciones:

- Estaciones de relevo. Algunas de las estaciones de la red tienen las implementaciones adecuadas que permiten que los conductores puedan esperar para realizar un viaje, descansar o realizar su colación. Típicamente son las estaciones en los extremos de cada línea, sin embargo, también pueden existir estaciones intermedias de relevo. Esta característica del problema se refleja en el *timetabling* mediante un aumento de la frecuencia en tales trechos.

- Tiempo máximo de conducción. Para cada servicio de conducción se debe respetar un valor límite para el tiempo que cada conductor puede dirigir un tren.
- Tiempo de conducción continua. Cada servicio de conducción debe considerar un tiempo máximo de conducción continua, con el fin de permitir descanso al conductor.
- Colación y descanso. Cada servicio de conducción debe contener un intervalo de tiempo predefinido para colación e intervalos de descanso. El tiempo total de descanso considerado en un servicio de conducción no puede superar un límite máximo. Al considerar todos los servicio de conducción generados los periodos de colación y descanso deben estar homogéneamente distribuidos en los servicio de conducción.
- Turnos laborales. Con el fin de cubrir el tiempo de servicio de una jornada diaria se requiere de varios turnos laborales. Tales turnos, son cubiertos por un conjunto de conductores contratados en jornada completa y otro compuesto por conductores en jornada parcial. De preferencia, los primeros deben realizar sus servicio de conducción hasta cierta hora de la tarde después de la cual, las actividades deben ser realizados por los conductores de jornada parcial. De esta manera, se debe generar un conjunto de servicio de conducción para cada grupo de trabajadores, considerando el tiempo de inicio de cada turno como dato del problema.
- Conductores como pasajeros. Un conductor puede iniciar una tarea en una estación de relevo distinta a la de término de la tarea previa. Entonces, se considera que el conductor puede viajar como pasajero en un tren con el fin que llegue con anterioridad al inicio de su próximo viaje.
- Rutas. La red de transporte contiene varias líneas diferentes, sin embargo, no se permite que viajes de líneas distintas sean asignados a un único servicio de conducción.
- Holguras de conducción. Una holgura es el mínimo intervalo de tiempo que debe existir entre dos tareas consecutivas. Se permite un número fijo de tipos de holguras distintas en un día. Por ejemplo, las holgura para el intervalo 7:00-8:00 hrs. a.m. puede ser de dos minutos, mientras que en el intervalos de tiempo 13:00-14:00 puede ser de un minuto. Si el intervalo de tiempo que transcurre entre dos viajes de un mismo servicio de conducción supera una holgura dada, entonces el tiempo excedente a la holgura de tal intervalo, se considera como parte de un descanso o tiempo ocioso. Si no, se considera como tiempo de conducción continua.

El proyecto consiste en desarrollar una herramienta computacional web que permita encontrar una programación apropiada para todos los servicios de conducción a desarrollar en un mismo día y teniendo a la Computación Evolutiva como herramienta fundamental de trabajo.

## 2. Materiales de trabajo

- Elizondo, R. *Solución al problema de generación de servicios de conducción para el transporte subterráneo utilizando un método híbrido constructivo-evolutivo*. Magister en Ingeniería en informática USACH 2003.
- Metro de Paris. <http://www.ratp.fr/plan-interactif/carteidf.php?lang=uk>
- Metro de Londres. <http://mapa-metro.com/mapas/Londres/mapa-metro-londres.jpg>
- Metro de Santiago <http://www.metro.cl/estacion/plano-red> .
- Metro de Japón [http://www.tokyometro.jp/en/subwaymap/pdf/routemap\\_en.pdf](http://www.tokyometro.jp/en/subwaymap/pdf/routemap_en.pdf) .
- Biblioteca digital. <http://biblioteca.usach.cl/index.php?id=1249>

## 3. Proyecto

- El proyecto se realizará de 4 personas máximo.
- El proyecto consta de dos hitos. Cada hito tiene como producto un informe (con el formato descrito en la página) y una presentación.
- La primera presentación (13/11/2013) debe especificar entonces las siguientes componentes:
  - Comprensión del problema
  - Modelo Matemático basado en programación entera.
  - Modelamiento de un Algoritmo Genético.
  - Pruebas preliminares respecto a la técnica y el problema.
- La presentación dos (08/01/2014) debe presentar los resultados y la descripción del sistema.
- La presentación por cada grupo no debe superar los 20 minutos.