



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

OPTIMIZACIÓN EN SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

MODELO DE ASIGNACIÓN DE FLOTA BASADO EN REDES ESPACIO-TEMPORALES

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MATEMÁTICO**

RICARDO ANDRÉS PABÓN MASAPANTA

ricardo.pabon@epn.edu.ec

DIRECTOR: RAMIRO DANIEL TORRES GORDILLO

ramiro.torres@epn.edu.ec

DMQ, AGOSTO 2022

CERTIFICACIONES

Yo, RICARDO ANDRÉS PABÓN MASAPANTA, declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Ricardo Andrés Pabón Masapanta

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Ricardo Andrés Pabón Masapanta, bajo mi supervisión.



RAMIRO DANIEL TORRES GORDILLO
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el(los) producto(s) resultante(s) del mismo, es(son) público(s) y estará(n) a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Ricardo Andrés Pabón Masapanta

RAMIRO DANIEL TORRES GORDILLO

RESUMEN

En el presente trabajo nos enfocamos en el problema multi-depósito de asignación de flota. El problema consiste en asignar un conjunto de viajes de un sistema de transporte público a un conjunto de rutas de buses de costo mínimo, tal que cada viaje sea cubierto por exactamente un solo bus, cada bus retorne a su estación inicial al finalizar su día de trabajo y no se exceda el número de buses disponibles. Como resultado del presente trabajo, se pretende implementar un modelo de programación lineal entera para el mencionado problema usando redes espacio-temporales con aplicación al Sistema Integrado de Transporte Municipal Trolebús de la ciudad de Quito. Se reportan extensos resultados computacionales usando instancias reales y simuladas que varían su tamaño tanto en número de depósitos como en número de viajes. Finalmente, conclusiones y recomendaciones sobre el presente trabajo son presentadas.

Palabras clave: Red espacio-temporal, asignación de flota, múltiples depósitos, programación lineal entera, transporte público.

ABSTRACT

In this work we are focused on the multi-depot vehicle scheduling problem. The problem consists in assigning a set of trips to routes of minimum cost bus routes, such that each trip is covered by exactly one bus, each bus returns to the initial station at the end of the working day, and the number of available buses is not exceeded. As a result of this work, a linear programming model is implemented using time-space networks with application to the transportation system of Quito Trolebús. Extensive computational results are reported using real and simulated instances that vary its size both in terms of the number of depots or number of trips. Finally, conclusions and recommendations of the present work are presented.

Keywords: Time-space network, bus scheduling, multiple-depot, integer linear programming, public transport.

NOTACIONES

D	Conjunto de depósitos.
$G^d = (V^d, A^d)$	Grafo correspondiente al depósito $d \in D$.
V^d	Conjunto de nodos pertenecientes al grafo G^d .
A^d	Conjunto de arcos pertenecientes al grafo G^d .
$ V^d $	Número de nodos del grafo G^d .
$ A^d $	Número de arcos del grafo G^d .
$ V $	Número total de los nodos.
$ A $	Número total de arcos.
(u, v)	Arco donde el nodo u es el predecesor del nodo v .

Índice general

1. Introducción	1
2. Descripción del componente desarrollado	3
2.1. Sistema metropolitano de transporte Trolebús	3
2.2. Objetivos	5
2.2.1. Objetivo general	5
2.2.2. Objetivos específicos	5
2.3. Alcance	6
2.4. Marco teórico	6
2.4.1. Teoría de redes y grafos	6
2.4.2. Programación Lineal	9
3. El problema multi-depósito de asignación de flota	12
3.1. Notaciones y terminología	12
3.2. Modelo multi-depósito de asignación de flota y redes espacio-temporales	13
3.2.1. Formulación matemática	15
3.3. Aplicación del modelo multi-depósito de asignación de flota .	20
3.3.1. Una sola estación.	20
3.3.2. Dos estaciones	21

4. Resultados computacionales	23
4.1. Sistema de transporte Trolebús	23
4.2. Resultados	24
5. Conclusiones y recomendaciones	27
A. Anexos	29
A.1. Rutas obtenidas para Lunes - Viernes	29
A.2. Rutas obtenidas para el día Sábado	35
A.3. Rutas obtenidas para el día Domingo	38
A.4. Códigos	42
Bibliografía	52

Índice de figuras

2.1. Mapa del sistema metropolitano Trolebús	4
2.2. Grafo no dirigido con nodos $V = \{A, B, C, D\}$	7
2.3. Grafo dirigido con nodos $V = \{A, B, C, D, E\}$	7
2.4. Camino dirigido desde A hacia F	8
3.1. Red Espacio Temporal	14
3.2. Red espacio-temporal sin integraciones iniciales.	17
3.3. Red espacio-temporal con integraciones iniciales.	18
3.4. Red con una estación.	20
3.5. Red con 2 estaciones.	21

Capítulo 1

Introducción

Las empresas de transporte público buscan el uso eficiente de sus recursos, especialmente vehículos y conductores. A través de las matemáticas podemos trasladar los problemas del mundo real a un lenguaje de símbolos y números en el que podemos aplicar alguna de las técnicas disponibles para buscar las mejores soluciones a los mismos. Herramientas como la teoría de grafos y la programación lineal entera son ampliamente utilizadas para resolver problemas de varias disciplinas como: deportes, redes, logística y transporte.

Por ejemplo, en el caso de un sistema de transporte público es posible asociar a cada uno de los viajes de un itinerario a nodos y arcos en un grafo. Así, podemos considerar un sistema que dispone de un solo depósito y 2 viajes, uno que sale a las 6:00 con duración de 30 minutos y un segundo viaje que sale a las 6:45 con igual duración. Cada viaje es representado por un nodo y se puede crear un arco entre los 2 viajes ya que ambos podrían ser cubiertos por un solo bus.

El presente trabajo se enfoca en el problema multi-depósito de asignación de flota con aplicación a un sistema de transporte público. El problema consiste en asignar una flota homogénea de vehículos distribuida en distintos depósitos a un conjunto de viajes programados previamente en la fase de planificación estratégica. Diferentes objetivos como la minimización de los costos totales o la minimización de los tiempos de inactividad de la flota pueden ser considerados.

Algunos trabajos previos formulando modelos que consideran todas las conexiones posibles se han desarrollado con respecto al tema. El problema de asignación de flota y conductores es discutido para el caso de un solo depósito en [Friberg and Haase \(1999\)](#) y [Haase et al. \(2001\)](#) donde se realiza una formulación basada en particionamiento de conjuntos y el enfoque de solución propuesto consiste en un proceso de generación de columnas integrado en un esquema branch-and-bound. Se trata el caso de varios depósitos en [Huisman et al. \(2003\)](#) en el cual se presentan dos algoritmos basados en una combinación de generación de columnas y relajación lagrangiana. Sin embargo, modelar explícitamente todas las conexiones posibles puede ser ineficiente para problemas a gran escala, ya que el número de conexiones crece cuadráticamente con el número de viajes programados. Es así, como se plantea el uso de redes espacio-temporales que han sido utilizadas desde hace mucho tiempo en aviación [Hane et al. \(1995\)](#), pero recientemente aplicadas en problemas de asignación de flota [Kliwer et al. \(2003\)](#). Específicamente nos enfocaremos en el estudio del trabajo de [Gintner et al. \(2005\)](#) que muestra una formulación basada en redes espacio-temporales, reduciendo sustancialmente el tamaño del problema.

Así, el presente proyecto pretende explorar en la literatura diferentes modelos matemáticos de optimización discreta para resolver el problema multi-depósito de asignación de flota, con el propósito de adaptar los modelos y aplicar las formulaciones al mayor sistema de transporte metropolitano de la ciudad de Quito, el sistema Trolebús.

El documento se encuentra organizado de la siguiente forma. En el Capítulo 2 presentamos los objetivos y alcances del trabajo, además del marco teórico que sustenta lo desarrollado. El Capítulo 3 se enfoca en presentar de manera formal el problema multi-depósito de asignación de flota, las notaciones utilizadas y la formulación matemática del mismo. El Capítulo 4 reporta los resultados computacionales obtenidos de las diferentes instancias simuladas. Finalmente, el último capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo.

Capítulo 2

Descripción del componente desarrollado

En el presente trabajo se pretende estudiar el problema multi-depósito de asignación de flota con aplicación al sistema de transportación pública de la ciudad de Quito, el Sistema Trolebús. En las siguientes secciones se introducen los objetivos y alcance del proyecto junto con algunos conceptos básicos sobre teoría de grafos y programación lineal.

2.1. Sistema metropolitano de transporte Trolebús

El sistema metropolitano de transporte Trolebús, mejor conocido simplemente como Trolebús, es el mayor sistema de transporte público de la ciudad de Quito. Forma parte del Sistema Metropolitano de Transporte, que incluye otros servicios como la Ecovía, el Metrobús y los buses denominados *alimentadores* que extienden el alcance del sistema hacia el este y oeste de la ciudad. Su recorrido inicia en la estación El Labrador, ubicada en el parque Bicentenario al norte de la ciudad, y sigue hasta la estación ubicada en el Terminal Terrestre Quitumbe, en el sur de la ciudad. Por la red circulan buses articulados (algunos de ellos eléctricos) y biarticulados propulsados a diesel.

Su construcción inició en 1994, y fue inaugurado por el alcalde Jamil Mahuad el 17 de diciembre de 1995. En el año 2021 se estima que

Línea	Estación 1	Estación 2	Km Ruta
C1	TN	TS	22,6
C2	TN	TMV	32,6
C2-Q	TN	TQ	35,6
C4	TQ	TQ	26,4
C5	TS	TS	14,4
CQ-R	TS	TQ	14,1

Tabla 2.2: Líneas del Sistema Trolebús

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Estudiar el problema multi-depósito de asignación de flota y aplicar los resultados reportados en la literatura al sistema integrado de transporte metropolitano de la ciudad de Quito. Se pretende replicar los resultados obtenidos en [Gintner et al. \(2005\)](#) y adaptarlos al caso del sistema Trolebús.

2.2.2. Objetivos específicos

1. Realizar una revisión del estado del arte del problema multi-depósito de asignación de flota.
2. Diseñar una red espacio-temporal multi-depósito considerando las particularidades del sistema Trolebús.
3. Implementar de manera adecuada un modelo de programación lineal entera entera usando el solver de programación lineal entera GUROBI.
4. Conducir experimentos computacionales.

2.3. Alcance

Se plantea replicar el modelo de redes espacio-temporales presentado en [Gintner et al. \(2005\)](#) para resolver el problema multi-depósito de asignación de flota en el sistema metropolitano de transporte público Trollebús. Esto implica diseñar la red espacio-temporal asociada a los viajes planificados en el sistema de transporte e implementar un modelo de programación lineal entera que permita minimizar la flota y de esta forma los costos operacionales. Además, un método que permita descomponer el flujo en rutas individuales debe ser considerado.

El presente proyecto no pretende realizar ninguna nueva formulación del problema, sino únicamente, experimentar y evidenciar la versatilidad que presentan las redes espacio-temporales a la hora de manejar grandes instancias asociadas al problema de asignación de flota.

2.4. Marco teórico

Para el problema de asignación de flota, se utilizarán conceptos relacionados a programación lineal entera y teoría de grafos. Así, en esta sección se presentan los conceptos más importantes que ayudarán a la definición y resolución del problema.

2.4.1. Teoría de redes y grafos

La idea de una red, aunque al principio puede parecer algo confusa, nos acompaña en casi todos los aspectos de nuestra sociedad. La distribución de energía eléctrica, el sistema nacional de carreteras, redes de teléfono, sistemas de ferrocarriles, entre otras, son ejemplos de redes que aparecen cotidianamente. En esencia, lo que se busca es transportar algún tipo de entidad (electricidad, vehículos, personas, etc.) de un punto hacia otro a través de una red de forma óptima, lo que puede significar abaratar costos, tomar el camino más corto para trasladarse de un lugar a otro u optimizar algún otro parámetro que sea de nuestro interés.

Es así que la teoría de grafos nos permite modelar este tipo de proble-

mas y estudiar métodos de solución (algoritmos) para resolverlos. Según [Ahuja et al. \(1993\)](#) podemos definir los conceptos de grafos dirigidos, no dirigidos y caminos como sigue.

Grafo no dirigido: Un grafo no dirigido es un par ordenado $G := (V, E)$, compuesto por un conjunto finito $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ de elementos llamados vértices o nodos y un multi-conjunto $E = \{\{v_i, v_j\} : v_i, v_j \in V\}$ de pares no ordenados de V conocidos como aristas y con la característica de que $\{v_i, v_j\} = \{v_j, v_i\}$. Un grafo se asocia por lo general a una representación gráfica que no es única, como se muestra en la Figura 2.2.

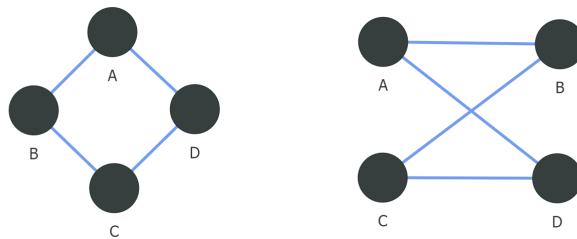


Figura 2.2: Grafo no dirigido con nodos $V = \{A, B, C, D\}$

Grafo dirigido: Un grafo dirigido $G := (V, A)$ se define mediante un conjunto finito V de nodos y un conjunto $A = \{(v_i, v_j) : v_i, v_j \in V\}$ de arcos cuyos elementos son pares ordenados de nodos distintos de manera que $(v_i, v_j) \neq (v_j, v_i)$. En este sentido, un arco representa una posible dirección de movimiento que podría ocurrir entre nodos.

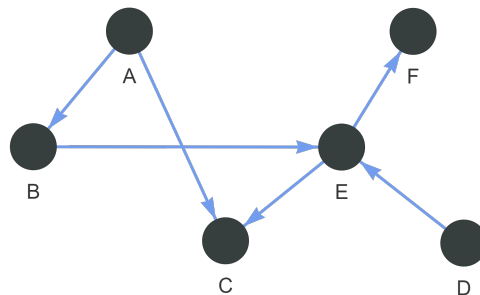


Figura 2.3: Grafo dirigido con nodos $V = \{A, B, C, D, E\}$

Además, tanto para grafos dirigidos como no dirigidos, se pueden asociar valores numéricos a los arcos que correspondan a capacidades, costos, entre otros.

Para nuestra aplicación, es de utilidad definir el concepto de camino pues lo que se busca son precisamente las diferentes rutas que deben seguir los buses, es decir, caminos a través del grafo. De esta manera, un **camino** en un grafo no dirigido es un subgrafo $P := (V, E)$ donde $V = \{v_i, \dots, v_k\}$, $E = \{\{v_i, v_{i+1}\}, \{v_{i+1}, v_{i+2}\}, \dots, \{v_{k-1}, v_k\}\}$ y los elementos de V son distintos. Los nodos v_i y v_k son unidos por P y son llamados nodos externos y v_{i+1}, \dots, v_{k-1} los nodos internos de P . El número de aristas en el camino es la longitud del mismo.

Definimos también el concepto de **ciclo o circuito**, que no es más que un camino en el que sus nodos extremos son iguales, es decir, $v_i = v_k$. Si el grafo es dirigido, el camino debe respetar la orientación de los arcos. Las definiciones de camino y circuito para un grafo dirigido se construyen de forma similar a las del caso no dirigido.

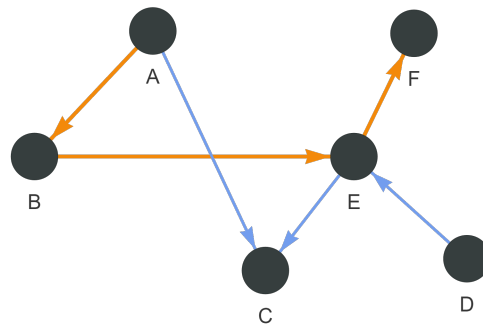


Figura 2.4: Camino dirigido desde A hacia F .

En la Figura 2.4 se presenta en color anaranjado un camino que empieza en el nodo A y llega al nodo F para el grafo presentado en la Figura 2.3.

Otro concepto que nos será de utilidad en el próximo capítulo hace referencia a buscar el camino más corto entre dos nodos, dando así origen al denominado **Problema de Caminos más Cortos** o Shortest Path Problem (SPP). Dado un grafo dirigido $G = (V, A)$, un nodo $r \in V$ y una función de costos sobre los arcos $c : A \rightarrow \mathbb{R}$, el problema consiste en encontrar el camino de costo mínimo desde r hasta cada nodo alcanzable $v \in V \setminus \{r\}$. Para resolver dicho problema, podemos utilizar el algoritmo de Dijkstra, en el caso de que ningún arco tenga costo negativo, o el algoritmo de Ford-Bellman que funciona en el caso general.

2.4.2. Programación Lineal

La programación lineal es una herramienta de optimización que permite maximizar o minimizar alguna función lineal sujeta a un conjunto de restricciones lineales. En esta sección se presentan algunos conceptos básicos relacionados con la Programación Lineal y la Programación Lineal Entera.

Según [Winston \(2008\)](#) podemos decir que una función $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ de x_1, x_2, \dots, x_n es *lineal* si y solo si para algún conjunto de constantes c_1, c_2, \dots, c_n , se tiene que $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$. Así, para cualquier función lineal y cualquier número b , las desigualdades $f(x_1, \dots, x_n) \leq b$ y $f(x_1, \dots, x_n) \geq b$ son *desigualdades lineales*.

DEFINICIÓN 2.1. *Un problema de programación lineal (PL) es un problema de optimización en el cual se intenta maximizar o minimizar una función lineal $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ de las n variables de decisión x_1, \dots, x_n de manera que los valores de las variables deben satisfacer un conjunto de restricciones lineales (ecuaciones o desigualdades lineales). Además, se pueden relacionar restricciones de signo a cada variable.*

Un PL tiene las siguientes características:

- f se dice función objetivo.
- A las variables x_1, \dots, x_n se les llama variables de *decisión*.
- Un punto $x \in \mathbb{R}^n$ que satisface el sistema de restricciones lineales se dice solución factible.
- Un punto x^* se dice solución óptima si:
 - x^* es una solución factible.
 - Al evaluar la función objetivo en x^* , $f(x^*)$ es el más grande (o más pequeño) sobre el conjunto factible.

De manera formal, dados los vectores $c \in \mathbb{R}^n$, $b \in \mathbb{R}^m$ y la matriz $A \in \mathbb{R}^{m \times n}$, un PL consiste en encontrar $x \in \mathbb{R}^n$, $x \neq 0$ tal que $Ax \leq b$ y $c^T x$

sea maximizado, o bien, el problema no tiene solución o es no acotado. Utilizaremos la siguiente notación para referirnos a un PL:

$$\begin{aligned} & \text{máx } c^T x \\ & \text{s.a.r} \\ & Ax \leq b \\ & x \geq 0 \end{aligned} \tag{2.1}$$

Denominaremos región factible al conjunto $S = \{x \in \mathbb{R}^n : Ax \leq b\}$. Si el conjunto S es vacío, diremos que el problema no tiene solución.

Cuando se imponen restricciones adicionales sobre las variables de decisión, como por ejemplo, que éstas sean números enteros o solo puedan tomar valores de 0 o 1, entonces nos encontramos con los denominados *problemas de programación lineal entera*. Estos pueden ser de los siguientes 3 tipos:

- **Programación lineal entera pura (IP):** Cuando todas las variables x_1, \dots, x_n toman valores enteros, $x_i \in \mathbb{Z}$.
- **Programación lineal entera mixta:** Cuando algunas de las variables pueden tomar valores continuos $x_i \in \mathbb{R}$ y otras valores enteros $x_j \in \mathbb{Z}$.
- **Programación lineal entera binaria:** Cuando todas las variables x_1, \dots, x_n deben tomar los valores de 0 o 1.

Para lo que resta del presente trabajo, nos enfocaremos en los problemas de programación lineal entera pura (IP) y nos referiremos a ellos como únicamente problemas de programación lineal entera. Si agregamos la restricción

$$x \in \mathbb{Z}^n$$

a la Ecuación 2.1, habremos definido de manera formal un IP, el cual tiene el siguiente conjunto de soluciones factibles

$$S_{\mathbb{Z}} = \{x \in \mathbb{Z}^n : Ax \leq b\}$$

Un IP es un problema esencialmente difícil de resolver puesto que un

problema de programación lineal entera es NP-completo, y encontrar una solución en un tiempo razonable no siempre es posible. Se han desarrollado diferentes métodos para facilitar la resolución de este tipo de problemas. Entre los métodos más conocidos para resolverlos podemos mencionar: algoritmos de planos cortantes, algoritmos de tipo branch-and-bound y algoritmos de tipo branch-and-cut.

Capítulo 3

El problema multi-depósito de asignación de flota

El problema multi-depósito de asignación de flota consiste en asignar un conjunto de viajes programados de un sistema de transporte a un conjunto de rutas de buses. En la presente sección introducimos un modelo basado en redes espacio-temporales para resolver el problema. Iniciamos introduciendo la notación y la terminología adecuada.

3.1. Notaciones y terminología

Diremos, que una parada es un **depósito o estación** si posee espacio suficiente para que un bus sea parqueado y pase la noche.

Sea D el conjunto de depósitos en el sistema de transporte. El conjunto de buses que deben cumplir los viajes programados en el diagrama de marcha es denotado por B , donde dichos buses son distribuidos entre los depósitos. Denotamos por $B(d)$ el conjunto de buses parqueados en el depósito $d \in D$, es decir, $B = \bigcup_{d \in D} B(d)$. Asumiremos que B almacena buses homogéneos. Así, para cada bus $b \in B$, un costo fijo $c > 0$ asociado al uso de dicho bus es considerado.

Sea T el conjunto de viajes que tienen que ser cubiertos por el conjunto de vehículos B . Para cada $i \in T$, la hora de inicio a_i , el depósito de inicio

$s(i) \in D$, la hora de llegada b_i y el depósito de llegada $f(i)$ es asociado. Así, un viaje i tiene una duración $b_i - a_i$ y se traslada desde la estación $s(i)$ a la estación $f(i)$, donde $s(i)$ y $f(i)$ pueden ser iguales. Un par de viajes $i, j \in T$ se dicen compatibles si j puede ser cubierto exactamente después del viaje i , es decir, $b_i \leq a_j$ y $f(i) = s(j)$.

Definimos un evento como el tiempo en que se produce el inicio o finalización de un viaje. Dado que tenemos varios depósitos en los que se puede producir un evento, definimos como $E^d = \{e_1^d, e_2^d, \dots, e_{|E^d|}^d\}$ al conjunto de eventos e_i^d que ocurren en la terminal $d \in D$ y sea $E = \bigcup_{d \in D} E^d$ el conjunto de eventos. Además, definimos $h(i)$ como el tiempo en el que se produce el evento i .

El problema multi-depósito de asignación de flota busca asignar buses tal que se cumplan con los horarios de las rutas programadas. Debemos además tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Cada viaje $i \in T$ tiene que ser cubierto por exactamente un bus en B .
2. Hay un número limitado de vehículos disponible en cada una de las estaciones, es decir, el número de buses usado no debe exceder $|B|$.
3. Todo vehículo tiene que empezar y terminar su día de trabajo en el mismo depósito.

3.2. Modelo multi-depósito de asignación de flota y redes espacio-temporales

El caso de sistemas de transporte con una sola estación puede modelarse como un problema de flujo de coste mínimo y resolverse con algoritmos eficientes. Para tratar el caso multi-depósito introducimos formalmente los modelos de redes espacio temporales (TSN por sus siglas en inglés), que fueron propuestos inicialmente para tratar problemas de asignación de flota de aeronaves en rutas aéreas y son, en esencia, redes dirigidas con las siguientes características:

- Cada depósito es modelado con una línea temporal que contiene los nodos de los eventos de salidas y arribos de buses a dicho depósito.
- Las conexiones entre dos diferentes locaciones se realizan mediante un arco dirigido que puede pertenecer a uno de los siguientes 3 tipos:
 - **Viajes programados:** Corresponden a los viajes preestablecidos que se deben cumplir.
 - **Viajes vacíos:** Corresponden a viajes que pueden realizar los buses, sin pasajeros, para trasladarse a algún otro depósito y satisfacer la demanda requerida.
 - **Arcos de espera:** Corresponden a arcos que representan el tiempo que debe esperar un bus en alguna estación, antes de volver a cumplir otro viaje programado o dirigirse a otra estación.

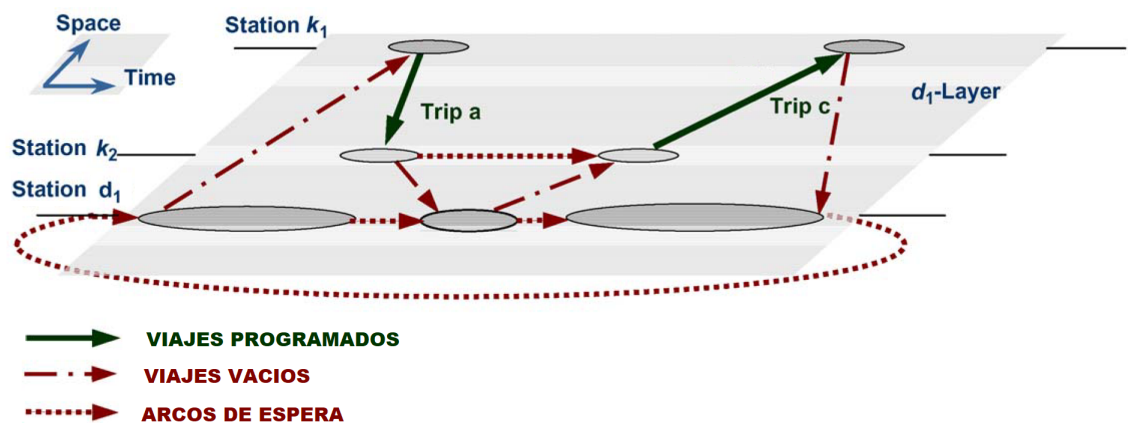


Figura 3.1: Red Espacio Temporal

Como ejemplo de una red espacio temporal tenemos la Figura 3.1 tomada de [Kliwer et al. \(2006\)](#) en la cual podemos observar las 2 dimensiones correspondientes al espacio y al tiempo, además de la incorporación de los 3 diferentes tipos de arcos. Describiendo esta figura nos encontramos que de la estación d_1 existe un arco para un posible viaje vacío hacia la estación k_1 y en dicha estación se puede cubrir un viaje a que se dirige

hacia la estación k_2 . En la estación k_2 se tendrán dos opciones, nos quedamos en k_2 a través de un arco de espera o volvemos a d_1 a través de un viaje vacío para posteriormente volver a k_2 con otro viaje vacío y cumplir con el viaje c para finalmente volver a la estación de origen d_1 . Además, podemos notar que la línea punteada que une el final de la línea que corresponde a la estación d_1 se conecta con el inicio de d_1 , lo que indica que todos los buses deben volver a dicha estación al finalizar el día.

Diremos que la red permite **integraciones**, si del depósito $d \in D$ pueden partir buses vacíos al iniciar el día de trabajo hacia cualquiera de los otros depósitos. Por definición de viajes compatibles, solo se permiten viajes vacíos al inicio o al final de una ruta.

3.2.1. Formulación matemática

Una red espacio-temporal sin integraciones puede ser creada de la siguiente forma:

1. Para cada estación $d \in D$ se ordenan los eventos en E^d desde el más temprano al más lejano en el día, es decir, para todo $e_j \in E^d$, $1 \leq j < |E^d|$ se cumple que $h(e_j) < h(e_{j+1})$.
2. Para cada estación $d \in D$ se construye un grafo dirigido $G^d = (V^d, A^d)$ en el que se asocia un nodo a cada evento en E y dos nodos (de inicio y final de día) para dicho depósito, es decir, $V^d = \{s_d, f_d\} \cup E$. El conjunto de arcos es definido por $A^d = A_1^d \cup A_2^d \cup A_3^d$, donde:
 - $A_1^d = \{(e_j^d, e_{j+1}^d) : 1 \leq j < |E^d|\} \cup \{(e_{|E^d|}^d, f_d)\} \cup \{(f_d, s_d)\}$ (arcos de espera).
 - $A_2^d = \left[\bigcup_{k \in D \setminus \{d\}} \{(e_{|E^k|}^k, f_d)\} \right] \cup \{(s_d, e_1^d)\}$ (arcos de fin de ruta y de inicio de día).
 - $A_3^d = \bigcup_{i \in T} \{(j, l) : h(j) = a(i), h(l) = b(i), j \in E^{s(i)}, l \in E^{f(i)}\}$ (arcos de viajes).

Para una red con integraciones, se incluye el siguiente conjunto de

arcos a A^d , que corresponden a los arcos de inicio de ruta:

$$A_4^d = \bigcup_{k \in D \setminus \{d\}} \{(s_d, e_1^k)\}$$

es decir, $A_d = A_1^d \cup A_2^d \cup A_3^d \cup A_4^d$ para una red con integraciones.

Nos referiremos al grafo $G^d = (V^d, A^d)$ como **capa de red** del depósito $d \in D$. De esta manera, para un sistema de transporte con k depósitos, la red espacio-temporal asociada al sistema consta de k capas de red.

Definimos una cota superior para la capacidad máxima de flujo que puede circular por un arco (i, j) en una capa de red para el depósito $d \in D$ como se muestra a continuación:

$$u_{ij}^d = \begin{cases} 1, & \text{si } (i, j) \in A_3^d, \\ |B(d)|, & \text{si } (i, j) \in A_2^d \text{ o } (i, j) \in A_1^d, \\ |B|, & \text{caso contrario.} \end{cases}$$

Finalmente, se completa la red del depósito $d \in D$ definiendo los costos de circular por los arcos, de la siguiente forma:

$$c_{ij}^d = \begin{cases} 0, & \text{si } (i, j) \in A_1^d, \\ S^d, & \text{si } i = s_d \text{ y } j = e_1^d, \\ SI^d, & \text{si } (i, j) \in A_4^d, \\ FI^d, & \text{si } (i, j) \in A_2^d \setminus \{(s_d, e_1^d)\}, \end{cases}$$

donde S^d es el costo de utilizar un bus del depósito $d \in D$ en el primer viaje del depósito d , SI^d el costo de realizar una integración desde el depósito d hacia cualquier otro depósito y FI^d el costo de devolver un bus a su depósito de origen al finalizar el día de trabajo a través de un viaje vacío. Por lo general para un depósito $d \in D$, $S^D < SI^d$.

Para visualizar la construcción, consideramos el siguiente ejemplo:

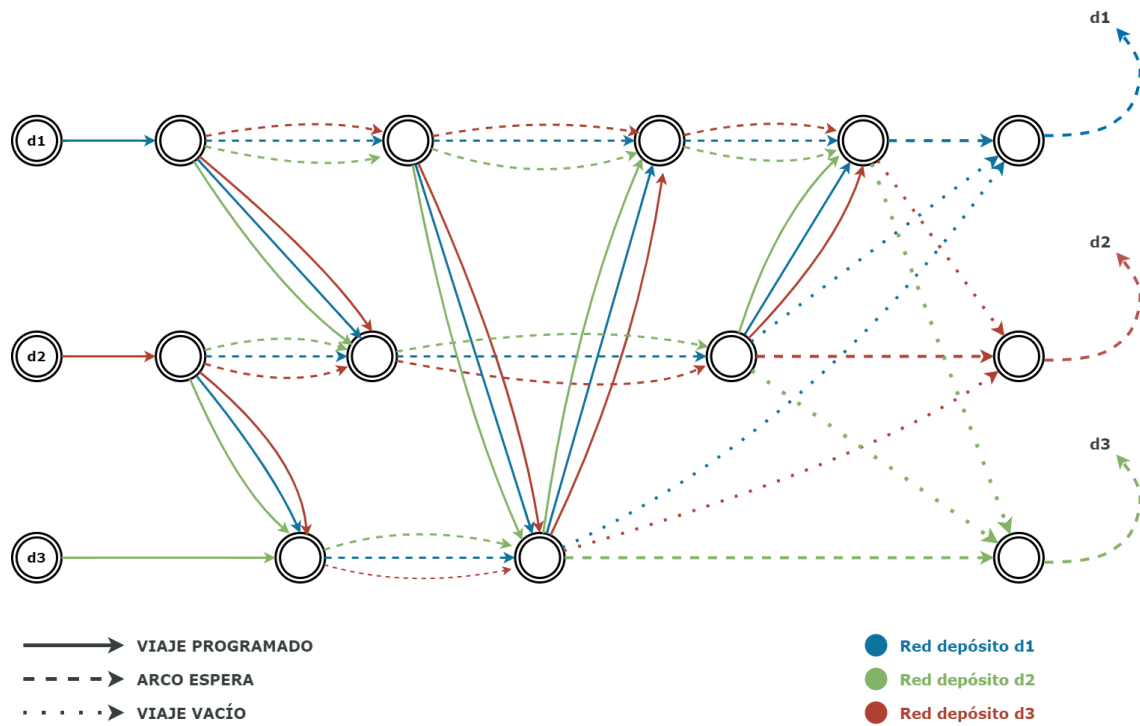


Figura 3.2: Red espacio-temporal sin integraciones iniciales.

La Figura 3.2 muestra de manera clara las diferentes capas de red para cada uno de los depósitos. Es además importante tener en cuenta si al inicio del día laboral se permiten realizar integraciones entre los diferentes depósitos. La Figura 3.3 muestra un ejemplo en el cual se permiten integraciones vacías al iniciar el día. Además, se puede evidenciar que en cualquiera de los 2 casos, existen arcos de viaje vacíos para llevar a los buses de vuelta a su depósito original.

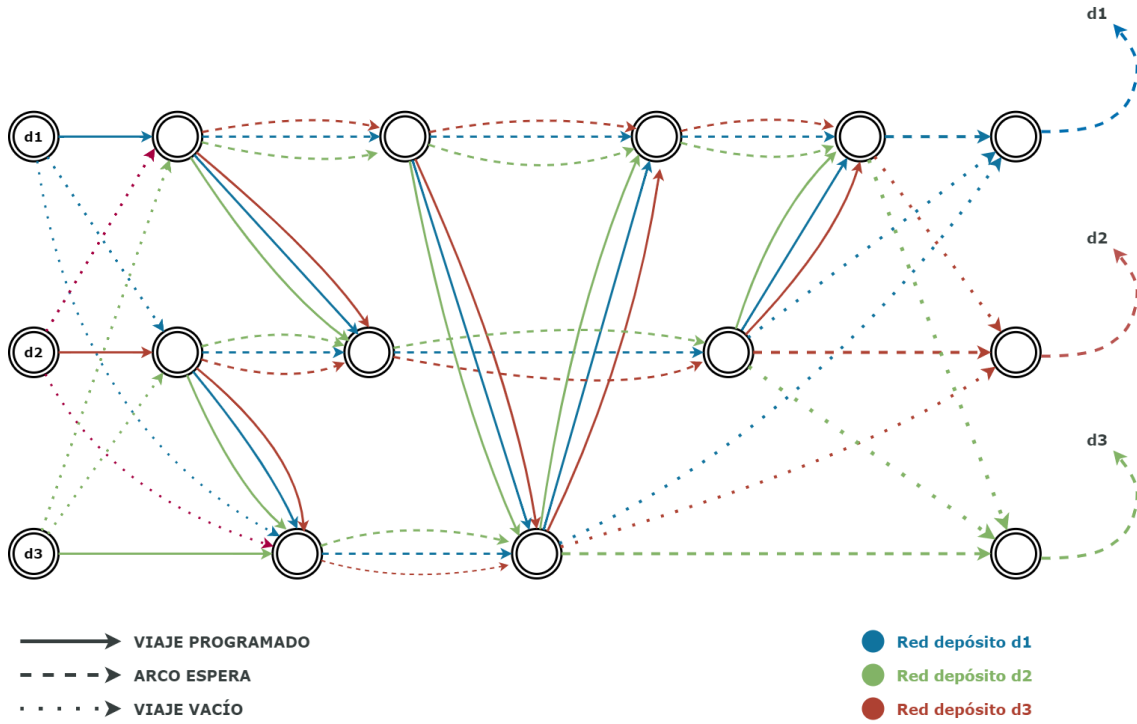


Figura 3.3: Red espacio-temporal con integraciones iniciales.

Finalmente, definimos la variable x_{ij}^d que nos indica el número de unidades del depósito $d \in D$ que circulan por el arco $(i, j) \in A^d$. Así, el problema de asignación de flota puede ser formulado como un problema de programación lineal entera como sigue:

$$\text{mín} \sum_{d \in D} \sum_{(i,j) \in A^d} c_{ij}^d x_{ij}^d \quad (1)$$

s.a.r

$$\sum_{(i,j) \in A^d} x_{ij}^d - \sum_{(j,i) \in A^d} x_{ji}^d = 0, \quad \forall i \in V^d, \forall d \in D, \quad (2)$$

$$\sum_{d \in D} \sum_{(j,l) \in E_i^d} x_{ij}^d = 1, \quad \forall i \in T, \quad (3)$$

$$0 \leq x_{ij}^d \leq u_{ij}^d, \quad \forall (i, j) \in A^d, \forall d \in D, \quad (4)$$

$$x_{ij}^d \in \mathbb{Z}, \quad \forall (i, j) \in A^d, \forall d \in D, \quad (5)$$

donde $E_i^d = \{(j, l) : h(j) = a(i), h(l) = b(i), j, l \in E^d\}$.

La función objetivo (1) busca minimizar la suma de todos los costos

de circular por los arcos (i, j) en las redes de todos los depósitos. Las restricciones (2) corresponden a restricciones de conservación de flujo. Las restricciones (3) nos aseguran que los viajes programados sean cubiertos por un solo bus. Finalmente, (4) y (5) corresponden a cotas superiores y restricciones de integralidad.

Una vez resuelto el IP anterior, se obtiene el flujo de unidades que va a circular por cada arco la red. Ahora, para obtener las rutas individuales que debe seguir cada bus, se plantea el problema de descomposición en caminos, en el cual para cada nodo s_d se busca el camino de longitud mínima hacia f_d , para algún $d \in D$. Para ello se proponen los siguientes pasos:

1. Para el grafo G^d se crea un grafo auxiliar $G^{d'}$ el cual consta de los mismos nodos que G^d y aquellos arcos que tienen flujo mayor a cero. Se asigna la capacidad del arco igual al flujo.
2. Se resuelve el SPP aplicando el algoritmo de Dijkstra para obtener el camino $P^{d'}$ que conecta s_d con f_d .
3. Si el arco (i, j) es utilizado en el camino $P^{d'}$, se resta una unidad de la capacidad del arco (i, j) del grafo inicial G^d . Si el arco tiene capacidad 0, entonces es eliminado.
4. Se repite este proceso hasta que todas las capacidades de los arcos de G^d son cero.

Para visualizar la construcción de la red-espacio-temporal y la aplicación del modelo multi-depósito de asignación de flota, podemos presentar algunos ejemplos diferenciando el número de depósitos.

En todas las aplicaciones, vamos a considerar un costo $S^d = 1, \forall d \in D$ cuando un bus sea utilizado al inicio del día en su misma estación, un costo $SI^d = 1,5, \forall d \in D$ cuando el bus realice una integración hacia otra estación al inicio del día, y un costo $FI^d = 0,5 \forall d \in D$ para referirnos al costo de un viaje vacío desde alguna estación hacia la estación de origen de un bus al finalizar el día. Esto puede entenderse de manera que realizar una integración al inicio del día cuesta 50% más que utilizar un bus de una misma estación, lo que favorece a que los vehículos de la misma estación sean utilizados al inicio del día.

3.3. Aplicación del modelo multi-depósito de asignación de flota

Para referirnos a un viaje $i \in T$ usaremos la notación $(s(i) a(i), f(i) b(i))$. Así, al escribir el par (T1 6:00, T2 6:45) nos estaremos refiriendo al viaje que empieza en T1 a las 6:00 y llega a T2 a las 6:45.

3.3.1. Una sola estación.

Tenemos el siguiente horario programado para una estación a la que denominaremos T .

Estación T	
Salida	Llegada
T 05:00	T 05:15
T 05:05	T 05:15
T 05:05	T 05:20
T 05:15	T 05:20
T 05:15	T 05:25
T 05:20	T 05:40
T 05:25	T 05:50

Tabla 3.1: Horario de viajes para una estación.

La red espacio-temporal se presenta en la Figura 3.4. Podemos observar en color anaranjado los viajes programados que deben ser cubiertos y en azul los arcos de espera.

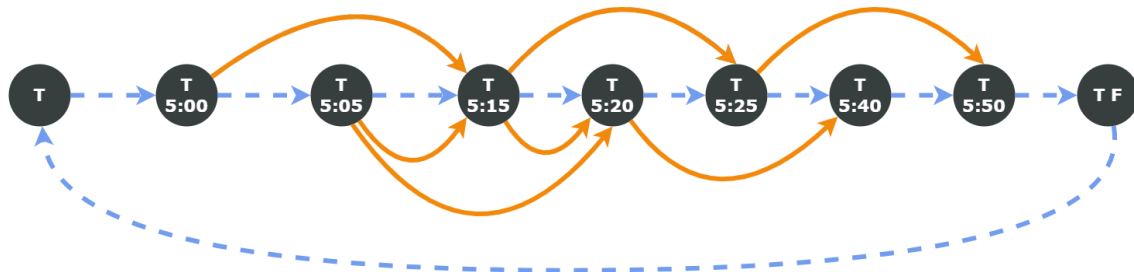


Figura 3.4: Red con una estación.

Al resolver esta instancia, se obtiene que se necesitan 3 buses para satisfacer los 7 viajes, los cuales deben seguir las siguientes rutas:

- **B1:** ('T 05:00', 'T 05:15') → ('T 05:15', 'T 05:25') → ('T 05:25', 'T 05:50')
- **B2:** ('T 05:05', 'T 05:20') → ('T 05:20', 'T 05:40')
- **B3:** ('T 05:05', 'T 05:15') → ('T 05:15', 'T 05:20')

3.3.2. Dos estaciones

Estación TN	
Salida	Llegada
TN 05:00	TS 05:10
TN 05:05	TS 05:15
TN 05:05	TS 05:20
TN 05:30	TS 05:50

Estación TS	
Salida	Llegada
TS 05:00	TN 05:05
TS 05:15	TN 05:20
TS 05:20	TN 05:30
TS 05:30	TN 05:40

Tabla 3.2: Viajes programados para las 2 estaciones.

Los viajes indicados en la Tabla 3.2 generan la red espacio-temporal sin integraciones iniciales representada en la Figura 3.5.

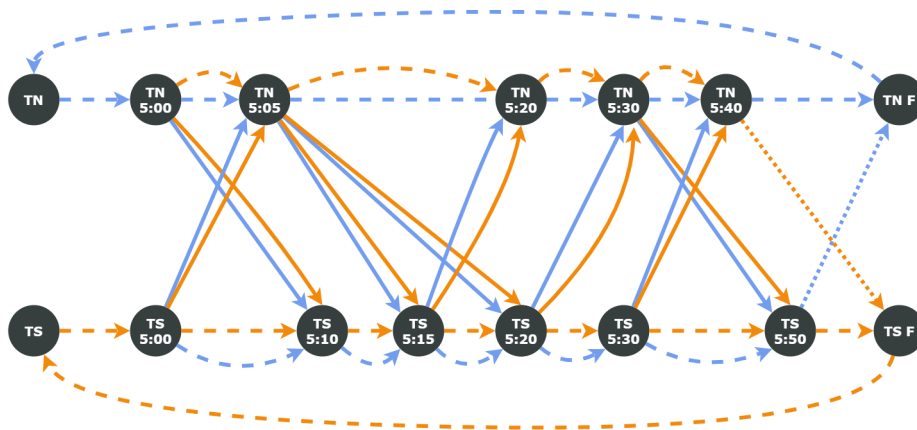


Figura 3.5: Red con 2 estaciones.

Para la red de la Figura 3.5 se obtuvo que se necesitan 3 buses para satisfacer los 8 viajes, 2 para TN y 1 para TS, los cuales deben recorrer las siguientes rutas.

Para TN:

- $B1_{TN}$: ('TN 05:00', 'TS 05:10') \longrightarrow ('TS 05:15', 'TN 05:20')
- $B2_{TN}$: ('TN 05:05', 'TS 05:15') \longrightarrow ('TS 05:30', 'TN 05:40')

Para TS:

- $B1_{TS}$: ('TS 05:00', 'TN 05:05') \longrightarrow ('TN 05:05', 'TS 05:20') \longrightarrow ('TS 05:20', 'TN 05:30') \longrightarrow ('TN 05:30', 'TS 05:50')

Capítulo 4

Resultados computacionales

El presente capítulo muestra los resultados computacionales obtenidos al implementar el modelo de redes espacio-temporales para resolver el problema multi-depósito de asignación de flota en el sistema Trolebús. Todos los experimentos fueron realizados utilizando un computador con procesador Intel(R) Core(TM) i7-7660U CPU @ 2.50GHz de 4 núcleos, 8 GB de memoria RAM y el Sistema operativo de 64 bits Windows 10 Pro. Los modelos fueron implementados utilizando el lenguaje de programación Python en su versión 3.8.5 y el solver de optimización gurobi a través de su paquete de integración para python *gurobipy*.

4.1. Sistema de transporte Trolebús

El sistema de transporte Trolebús cuenta con 4 estaciones, por lo que aplicar el modelo descrito con redes espacio-temporales genera una red espacio-temporal con 4 capas. Se van a tratar de resolver las siguientes 3 instancias:

- **Días laborales (lunes-viernes):** con 1274 viajes.
- **Sábados** con 937 viajes.
- **Domingos** con 877 viajes

Describiremos los resultados obtenidos al resolver estas instancias en la siguiente sección, así como también información acerca de las condiciones de resolución. En los capítulos Anexos se incluyen las tablas correspondientes a las diferentes rutas que deberán seguir los buses para cada una de las instancias en cada uno de los diferentes depósitos.

4.2. Resultados

Para todas las instancias se considera un costo $S^d = 1$, $\forall d \in D$ cuando un bus es utilizado al inicio del día en su misma estación, un costo $SI^d = 1,5$, $\forall d \in D$ cuando el bus realice una integración hacia otra estación al inicio del día, y un costo $FI^d = 0,5$, $\forall d \in D$ para referirnos al costo de un viaje vacío de retorno al finalizar el día. En las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3 se presentan las condiciones de resolución del modelo. En dichas tablas se indica si se realizan integraciones al iniciar el día (*Int.*), información acerca del número de viajes (*# viajes*), número de restricciones (*#rest*), número de nodos (*#nodos*), el valor de la función objetivo (*F. obj*), el número de buses obtenido en la solución (*#buses*), donde se especifica la cantidad de buses usados en cada estación. Finalmente, información acerca del tiempo de ejecución del problema multi-depósito de asignación de flota (*Time MDSP*) y de la etapa de búsqueda de caminos (*Time SPP*) es reportada.

De igual manera, se presentan las rutas que deben seguir cada uno de los buses de cada una de las estaciones suponiendo que se aceptan integraciones al inicio del día. Los resultados se dividen en días laborables (lunes-viernes), sábados y domingos.

Tabla 4.1: Resultado para sistema Trolebús en días laborables.

Int.	# viajes	# var.	# rest.	# nodos	F. obj	# buses	Gap	Time MDSP	Time SPP	
No	1274	12564	21306	7468	105	94	0%	1,56s	2,68092s	
						TN				8
						TS				32
						TMV				20
						TQ				34
Si	1274	12576	21318	7468	112	94	0%	4,86s	4,64211s	
						TN				25
						TS				25
						TMV				19
						TQ				25

Tabla 4.2: Resultado para sistema Trolebús en días sábados.

Int.	# viajes	# var.	# rest.	# nodos	F. obj	# buses	Gap	Time MDSP	Time SPP	
No	937	7413	12952	4602	48	48	0%	0,79s	1,17395s	
						TN				10
						TS				20
						TMV				0
						TQ				18
Si	937	7419	12958	4602	52	48	0%	1,13s	0,62086	
						TN				14
						TS				17
						TMV				0
						TQ				17

Tabla 4.3: Resultado para sistema Trolebús en días domingos.

Int.	# viajes	# var.	# rest.	# nodos	F. obj	# buses	Gap	Time MDSP	Time SPP	
No	877	6936	12118	4305	45	45	0%	0,88s	0,56746s	
						TN				9
						TS				18
						TMV				0
						TQ				18
Si	877	6942	12124	4305	51	45	0%	1,15s	0,58135	
						TN				15
						TS				15
						TMV				0
						TQ				15

En los resultados anteriores podemos observar el número de buses de cada depósito que van a ser utilizados. Notemos que existe una mayor

dispersión del número de buses en el caso en el que no se permiten integraciones. Esto se evidencia claramente en los resultados de la Tabla 4.1 donde se obtuvo que se necesitan 34 buses de TQ y 8 buses de TN. Lo anterior no ocurre para el caso en el que si se permiten integraciones, lo cual se debe a que podemos disminuir el número máximo de unidades de un depósito que pueden ser utilizadas y aumentar el número máximo en otro, de esta manera estaríamos compensando el déficit de unidades de un depósito con las de otro. Sin embargo, esto conlleva un costo operativo más alto, ya que algunas unidades deben realizar integraciones al inicio del día y el costo de realizarlas es más alto. Así, podemos observar que en todos los resultados el valor de la función objetivo cuando se permiten integraciones siempre es mayor o igual al valor de la función objetivo cuando no se permiten.

En cuanto al tiempo de ejecución, en todas las instancias se obtuvieron tiempos más altos para los casos en los que se permiten integraciones, lo cual se esperaba puesto que se tienen un número mayor de caminos que se podrían seguir al incluir las integraciones al inicio del día.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

Se estudió el problema multi-depósito de asignación de flota para el cual se aplicaron redes espacio-temporales para su resolución. Se inició describiendo la forma de crear la red espacio-temporal y posteriormente el modelo de programación lineal entera que nos ayudaría a resolverlo fue presentado. Consideramos instancias simples, presentando un ejemplo con un solo depósito y 7 viajes, para luego pasar a un ejemplo con 2 depósitos y 8 viajes y de esta forma entender la manera en la que se construye la red.

Construimos la red y aplicamos un modelo de Programación Lineal Entera usando datos reales del sistema de transporte Trolebús y se obtuvo las rutas óptimas para los buses en días laborables y fines de semana. Específicamente, se trataron instancias de 4 depósitos, con 1274 viajes, 937 viajes y 877 viajes y se diferenció en si se pueden realizar integraciones o no. Se pudo observar que:

- El tiempo de ejecución no superó en ningún momento los 5 segundos, tanto para la parte del modelo multi-depósito de asignación de flota como para el problema de caminos más cortos.
- En las instancias en las que no se permitían integraciones se tuvo una mayor dispersión en el número de buses usados de cada depósito. Por ejemplo, en el modelo de Lunes-Viernes se obtuvo que se necesitan 8 buses de TN y 34 de TQ, mientras que en los mode-

los en los que si se permitían integraciones se puede controlar este problema al aumentar el número máximo de buses de un depósito y disminuir el número máximo de buses de otro.

Capítulo A

Anexos

A.1. Rutas obtenidas para Lunes - Viernes

Bus	Rutas Terminal Norte
0	[TQ 05:16', TQ 06:46'], [TQ 06:50', TQ 08:20'], [TQ 08:23', TQ 09:53'], [TQ 09:55', TS 10:19'], [TS 10:20', TN 11:00'], [TN 11:01', TS 11:41'], [TS 11:52', TN 12:32'], [TN 12:32', TS 13:12'], [TS 13:15', TN 13:55'], [TN 13:56', TS 14:36'], [TS 14:38', TN 15:18'], [TN 15:20', TS 16:00'], [TS 16:02', TN 16:42'], [TN 16:42', TQ 17:36'], [TQ 17:36', TS 18:00'], [TS 18:00', TQ 18:15'], [TQ 18:20', TS 18:44'], [TS 18:45', TS 19:43'], [TS 19:53', TN 20:33'], [TN 20:34', TS 21:14'], [TS 21:15', TN 21:55'], [TN 22:08', TS 22:47'], [TS 22:58', TN 23:37']
1	[TN 05:10', TS 05:46'], [TS 05:51', TN 06:28'], [TN 06:28', TS 07:06'], [TS 07:09', TN 07:47'], [TN 07:47', TS 08:25'], [TS 08:26', TN 09:04'], [TN 09:05', TQ 09:59'], [TQ 10:14', TQ 11:50'], [TQ 11:50', TQ 13:26'], [TQ 13:26', TS 13:50'], [TS 13:50', TQ 14:05'], [TQ 14:06', TQ 15:42'], [TQ 15:48', TS 16:12'], [TS 16:12', TQ 16:27'], [TQ 16:32', TS 16:56'], [TS 16:56', TQ 17:11'], [TQ 17:16', TQ 18:52'], [TQ 18:58', TS 19:22'], [TS 19:22', TQ 19:37'], [TQ 19:38', TS 20:02'], [TS 20:02', TQ 20:17'], [TQ 20:18', TS 20:42'], [TS 20:44', TN 21:24'], [TN 21:27', TS 22:07'], [TS 22:10', TN 22:49']
2	[TQ 05:25', TQ 06:55'], [TQ 07:05', TQ 08:35'], [TQ 08:58', TQ 10:28'], [TQ 10:32', TQ 12:08'], [TQ 12:32', TS 12:56'], [TS 12:58', TN 13:38'], [TN 13:38', TS 14:18'], [TS 14:22', TN 15:02'], [TN 15:02', TS 15:42'], [TS 15:42', TN 16:22'], [TN 16:22', TS 17:02'], [TS 17:05', TN 17:45'], [TN 17:48', TQ 18:42'], [TQ 18:42', TN 19:44'], [TN 19:49', TQ 20:49'], [TQ 20:53', TS 21:17'], [TS 21:29', TQ 21:44'], [TQ 21:47', TS 22:11'], [TS 22:15', TN 22:54']
3	[TN 05:47', TS 06:24'], [TS 06:24', TN 07:02'], [TN 07:03', TS 07:41'], [TS 07:42', TN 08:20'], [TN 08:23', TS 09:01'], [TS 09:06', TN 09:46'], [TN 09:58', TS 10:38'], [TS 10:41', TN 11:21'], [TN 11:22', TS 12:02'], [TS 12:02', TQ 12:17'], [TQ 12:22', TS 12:46'], [TS 12:46', TQ 13:01'], [TQ 13:06', TS 13:30'], [TS 13:30', TQ 13:45'], [TQ 13:48', TQ 15:24'], [TQ 15:28', TQ 17:04'], [TQ 17:10', TQ 18:46'], [TQ 19:04', TQ 20:40'], [TQ 20:47', TS 21:11'], [TS 21:11', TQ 21:26'], [TQ 22:05', TS 22:27'], [TS 22:32', TN 23:11']
4	[TMV 05:14', TN 06:08'], [TN 06:08', TS 06:46'], [TS 06:46', TN 07:24'], [TN 07:26', TS 08:04'], [TS 08:09', TN 08:47'], [TN 09:01', TS 09:41'], [TS 09:44', TN 10:24'], [TN 10:25', TS 11:05'], [TS 11:12', TN 11:52'], [TN 11:55', TS 12:35'], [TS 12:35', TS 13:33'], [TS 13:38', TN 14:18'], [TN 14:20', TS 15:00'], [TS 15:00', TQ 15:15'], [TQ 15:22', TS 15:46'], [TS 15:47', TN 16:27'], [TN 16:30', TQ 17:24'], [TQ 17:26', TS 17:50'], [TS 17:50', TQ 18:05'], [TQ 18:07', TN 19:09'], [TN 19:10', TS 19:50'], [TS 20:08', TN 20:48'], [TN 21:07', TS 21:47'], [TS 21:50', TN 22:30']
5	[TS 05:48', TN 06:25'], [TN 06:25', TS 07:03'], [TS 07:04', TN 07:42'], [TN 07:44', TMV 08:36'], [TMV 08:36', TN 09:36'], [TN 09:52', TS 10:32'], [TS 10:32', TN 11:12'], [TN 11:13', TS 11:53'], [TS 11:53', TN 12:33'], [TN 12:44', TS 13:24'], [TS 13:26', TN 14:06'], [TN 14:08', TS 14:48'], [TS 14:50', TN 15:30'], [TN 15:35', TS 16:15'], [TS 16:17', TN 16:57'], [TN 16:57', TS 17:37'], [TS 17:43', TN 18:23'], [TN 18:27', TS 19:07'], [TS 19:14', TQ 19:29'], [TQ 19:34', TQ 21:10'], [TQ 21:53', TS 22:17'], [TS 22:20', TN 22:59']

- 6 [TN 05:20', TS 05:56'], [TS 06:00', TN 06:37'], [TN 06:37', TS 07:15'], [TS 07:15', TN 07:53'], [TN 08:02', TS 08:40'], [TS 08:41', TN 09:19'], [TN 09:19', TS 09:59'], [TS 10:02', TN 10:42'], [TN 10:46', TS 11:26'], [TS 11:28', TN 12:08'], [TN 12:12', TS 12:52'], [TS 12:52', TN 13:32'], [TN 13:50', TS 14:30'], [TS 14:30', TN 15:10'], [TN 15:11', TS 15:51'], [TS 15:52', TN 16:32'], [TN 16:32', TS 17:12'], [TS 17:12', TN 17:52'], [TN 18:06', TQ 19:00'], [TQ 19:12', TN 20:14'], [TN 20:25', TS 21:05'], [TS 21:05', TQ 21:20'], [TQ 21:41', TS 22:05'], [TS 22:05', TN 22:44']
- 7 [TN 05:30', TS 06:06'], [TS 06:14', TN 06:52'], [TN 06:52', TS 07:30'], [TS 07:30', TN 08:08'], [TN 08:08', TS 08:46'], [TS 08:47', TN 09:25'], [TN 09:34', TS 10:14'], [TS 10:14', TN 10:54'], [TN 10:55', TS 11:35'], [TS 11:38', TQ 11:53'], [TQ 12:02', TS 12:26'], [TS 12:26', TQ 12:41'], [TQ 12:56', TS 13:20'], [TS 13:20', TQ 13:35'], [TQ 13:50', TS 14:14'], [TS 14:14', TN 14:54'], [TN 14:59', TS 15:39'], [TS 15:39', TN 16:19'], [TN 16:24', TQ 17:18'], [TQ 17:18', TS 17:42'], [TS 17:42', TQ 17:57'], [TQ 18:00', TN 19:02'], [TN 19:04', TS 19:44'], [TS 19:50', TN 20:30'], [TN 20:40', TS 21:20'], [TS 21:27', TN 22:07']
- 8 [TQ 06:25', TQ 07:55'], [TQ 07:55', TQ 09:25'], [TQ 09:30', TS 09:54'], [TS 09:54', TQ 10:09'], [TQ 10:20', TQ 11:56'], [TQ 12:38', TQ 14:14'], [TQ 14:20', TS 14:44'], [TS 14:45', TS 15:43'], [TS 16:04', TN 16:44'], [TN 16:45', TS 17:25'], [TS 17:26', TQ 17:41'], [TQ 17:41', TN 18:43'], [TN 18:49', TS 19:29'], [TS 19:30', TQ 19:45'], [TQ 19:54', TS 20:18'], [TS 20:18', TQ 20:33'], [TQ 20:34', TS 20:58'], [TS 20:58', TQ 21:13'], [TQ 21:29', TS 21:53'], [TS 22:00', TN 22:40']
- 9 [TQ 06:05', TQ 07:35'], [TQ 07:35', TQ 09:05'], [TQ 09:22', TQ 10:58'], [TQ 11:06', TS 11:30'], [TS 11:34', TN 12:14'], [TN 12:22', TS 13:02'], [TS 13:02', TN 13:42'], [TN 13:53', TS 14:33'], [TS 14:34', TN 15:14'], [TN 15:38', TS 16:18'], [TS 16:19', TN 16:59'], [TN 17:05', TS 17:45'], [TS 17:45', TS 18:43'], [TS 18:44', TQ 18:59'], [TQ 19:06', TN 20:08'], [TN 20:19', TS 20:59'], [TS 20:59', TN 21:39']
- 10 [TQ 05:43', TQ 07:13'], [TQ 07:14', TN 08:16'], [TN 08:17', TS 08:55'], [TS 08:55', TN 09:33'], [TN 10:07', TS 10:47'], [TS 10:47', TN 11:27'], [TN 11:28', TS 12:08'], [TS 12:16', TN 12:56'], [TN 12:56', TS 13:36'], [TS 13:40', TQ 13:55'], [TQ 14:00', TS 14:24'], [TS 14:24', TQ 14:39'], [TQ 14:54', TS 15:18'], [TS 15:20', TN 16:00'], [TN 16:08', TS 16:48'], [TS 16:50', TN 17:30'], [TN 17:32', TS 18:12'], [TS 18:14', TN 18:54'], [TN 18:58', TS 19:38'], [TS 20:10', TQ 20:25'], [TQ 20:26', TS 20:50'], [TS 20:50', TQ 21:05'], [TQ 21:17', TS 21:41'], [TS 21:45', TN 22:25']
- 11 [TQ 06:10', TQ 07:40'], [TQ 07:40', TQ 09:10'], [TQ 09:32', TQ 11:08'], [TQ 11:38', TQ 13:14'], [TQ 13:42', TS 14:06'], [TS 14:06', TQ 14:21'], [TQ 14:36', TS 15:00'], [TS 15:06', TN 15:46'], [TN 15:56', TS 16:36'], [TS 16:40', TQ 16:55'], [TQ 17:11', TN 18:13'], [TN 18:20', TS 19:00'], [TS 19:04', TQ 19:19'], [TQ 19:22', TS 19:46'], [TS 19:54', TQ 20:09'], [TQ 20:10', TS 20:34'], [TS 20:42', TQ 20:57'], [TQ 22:11', TS 22:33'], [TS 22:44', TN 23:23']
- 12 [TN 05:20', TMV 06:10'], [TMV 06:15', TN 07:15'], [TN 07:21', TS 07:59'], [TS 08:06', TN 08:44'], [TN 09:10', TQ 10:04'], [TQ 10:08', TQ 11:44'], [TQ 12:40', TS 13:04'], [TS 13:04', TN 13:44'], [TN 14:05', TS 14:45'], [TS 14:46', TN 15:26'], [TN 15:32', TS 16:12'], [TS 16:14', TN 16:54'], [TN 16:54', TQ 17:48'], [TQ 17:56', TS 18:20'], [TS 18:28', TQ 18:43'], [TQ 18:54', TN 19:56'], [TN 20:22', TS 21:02'], [TS 21:03', TN 21:43']
- 13 [TQ 05:29', TQ 06:59'], [TQ 07:15', TQ 08:45'], [TQ 09:40', TS 10:04'], [TS 10:04', TQ 10:19'], [TQ 10:25', TS 10:49'], [TS 10:49', TQ 11:04'], [TQ 11:32', TQ 13:08'], [TQ 13:34', TS 13:58'], [TS 13:58', TQ 14:13'], [TQ 15:04', TS 15:28'], [TS 15:32', TN 16:12'], [TN 16:35', TS 17:15'], [TS 17:16', TQ 17:31'], [TQ 17:35', TN 18:37'], [TN 18:38', TS 19:18'], [TS 19:20', TN 20:00'], [TN 20:43', TS 21:23'], [TS 21:35', TN 22:15']
- 14 [TN 05:40', TS 06:17'], [TS 06:20', TN 06:58'], [TN 06:59', TS 07:37'], [TS 07:45', TS 08:43'], [TS 08:53', TN 09:31'], [TN 10:13', TS 10:53'], [TS 11:04', TN 11:44'], [TN 11:49', TS 12:29'], [TS 12:31', TN 13:11'], [TN 14:14', TS 14:54'], [TS 15:02', TN 15:42'], [TN 16:30', TS 17:10'], [TS 17:14', TN 17:54'], [TN 17:54', TQ 18:48'], [TQ 18:48', TN 19:50'], [TN 20:57', TS 21:37'], [TS 21:40', TN 22:20']
- 15 [TS 05:36', TN 06:13'], [TN 06:21', TS 06:59'], [TS 07:11', TN 07:49'], [TN 07:50', TS 08:28'], [TS 08:36', TN 09:14'], [TN 10:01', TS 10:41'], [TS 10:44', TN 11:24'], [TN 11:43', TS 12:23'], [TS 12:25', TN 13:05'], [TN 14:11', TS 14:51'], [TS 14:54', TN 15:34'], [TN 16:11', TS 16:51'], [TS 16:56', TN 17:36'], [TN 17:37', TS 18:17'], [TS 18:20', TQ 18:35'], [TQ 18:35', TN 19:37'], [TN 20:50', TS 21:30'], [TS 21:31', TN 22:11']
- 16 [TS 05:20', TN 05:56'], [TN 06:11', TS 06:49'], [TS 06:56', TN 07:34'], [TN 07:35', TS 08:13'], [TS 08:14', TN 08:52'], [TN 10:14', TQ 11:08'], [TQ 11:30', TS 11:54'], [TS 11:54', TQ 12:09'], [TQ 12:12', TS 12:36'], [TS 12:37', TN 13:17'], [TN 13:59', TS 14:39'], [TS 14:58', TN 15:38'], [TN 15:47', TS 16:27'], [TS 16:29', TN 17:09'], [TN 17:25', TS 18:05'], [TS 18:10', TQ 18:25'], [TQ 18:28', TN 19:30'], [TN 21:15', TS 21:55'], [TS 21:55', TN 22:35']
- 17 [TQ 05:41', TN 06:39'], [TN 06:39', TMV 07:31'], [TMV 07:33', TN 08:33'], [TN 10:01', TQ 10:55'], [TQ 10:58', TS 11:22'], [TS 11:30', TQ 11:45'], [TQ 11:54', TS 12:18'], [TS 12:19', TN 12:59'], [TN 15:08', TS 15:48'], [TS 16:09', TN 16:49'], [TN 16:50', TS 17:30'], [TS 17:30', TN 18:10'], [TN 18:10', TS 18:50'], [TS 18:54', TQ 19:09'], [TQ 19:14', TS 19:38'], [TS 19:46', TQ 20:01'], [TQ 20:02', TS 20:26'], [TS 20:26', TQ 20:41'], [TQ 22:23', TS 22:45'], [TS 23:05', TN 23:44']
- 18 [TN 05:57', TS 06:34'], [TS 06:38', TN 07:16'], [TN 07:18', TS 07:56'], [TS 08:04', TN 08:42'], [TN 09:55', TS 10:35'], [TS 10:35', TN 11:15'], [TN 11:37', TS 12:17'], [TS 12:22', TN 13:02'], [TN 14:29', TS 15:09'], [TS 15:10', TN 15:50'], [TN 15:53', TS 16:33'], [TS 16:35', TN 17:15'], [TN 17:22', TQ 18:16'], [TQ 18:21', TN 19:23']
- 19 [TN 05:52', TS 06:29'], [TS 06:32', TN 07:10'], [TN 07:13', TS 07:51'], [TS 07:52', TN 08:30'], [TN 10:37', TS 11:17'], [TS 11:18', TN 11:58'], [TN 12:00', TS 12:40'], [TS 12:43', TN 13:23'], [TN 14:50', TS 15:30'], [TS 15:34', TN 16:14'], [TN 16:37', TS 17:17'], [TS 17:17', TN 17:57'], [TN 18:07', TS 18:47'], [TS 19:11', TN 19:51']

20	[TQ 05:34', TQ 07:04'], [TQ 07:04', TN 08:06'], [TN 09:50', TQ 10:44'], [TQ 12:48', TS 13:12'], [TS 13:12', TQ 13:27'], [TQ 15:14', TS 15:38'], [TS 15:38', TQ 15:53'], [TQ 15:58', TS 16:22'], [TS 16:22', TN 17:02'], [TN 17:08', TQ 18:02'], [TQ 18:12', TS 18:36'], [TS 18:53', TN 19:33']
21	[TS 06:15', TN 06:53'], [TN 06:55', TS 07:33'], [TS 07:36', TN 08:14'], [TN 10:21', TQ 11:15'], [TQ 11:38', TS 12:02'], [TS 12:07', TN 12:47'], [TN 14:38', TS 15:18'], [TS 15:37', TN 16:17'], [TN 16:27', TS 17:07'], [TS 17:09', TN 17:49'], [TN 17:50', TS 18:30'], [TS 18:35', TN 19:15']
22	[TS 06:08', TN 06:46'], [TN 07:05', TS 07:43'], [TS 07:45', TN 08:23'], [TN 10:19', TS 10:59'], [TS 11:04', TQ 11:19'], [TQ 14:28', TS 14:52'], [TS 15:17', TN 15:57'], [TN 16:20', TS 17:00'], [TS 17:02', TN 17:42'], [TN 17:47', TS 18:27'], [TS 18:44', TN 19:24']
23	[TS 05:57', TN 06:34'], [TN 06:34', TS 07:12'], [TS 07:13', TN 07:51'], [TN 10:22', TS 11:02'], [TS 11:14', TQ 11:29'], [TQ 14:10', TS 14:34'], [TS 15:28', TQ 15:43'], [TQ 16:08', TS 16:32'], [TS 16:32', TQ 16:47'], [TQ 17:10', TS 17:34'], [TS 17:34', TQ 17:49'], [TQ 18:14', TN 19:16']
24	[TS 06:02', TN 06:40'], [TN 07:11', TS 07:49'], [TS 07:50', TN 08:28'], [TN 12:04', TS 12:44'], [TS 12:48', TN 13:28'], [TN 15:05', TS 15:45'], [TS 15:54', TQ 16:09'], [TQ 16:24', TS 16:48'], [TS 16:53', TN 17:33'], [TN 17:45', TS 18:25'], [TS 18:26', TN 19:06']

Bus	Rutas Terminal Sur
0	[TS 05:44', TN 06:21'], [TN 06:29', TMV 07:21'], [TMV 07:27', TN 08:27'], [TN 08:31', TQ 09:25'], [TQ 09:44', TQ 11:20'], [TQ 12:08', TQ 13:44'], [TQ 13:54', TQ 15:30'], [TQ 16:08', TN 17:10'], [TN 17:15', TS 17:55'], [TS 17:57', TN 18:37'], [TN 18:40', TS 19:20'], [TS 19:23', TN 20:03'], [TN 20:04', TS 20:44'], [TS 20:47', TN 21:27'], [TN 23:10', TS 23:49']
1	[TS 05:40', TN 06:17'], [TN 06:17', TS 06:55'], [TS 07:06', TN 07:44'], [TN 07:44', TS 08:22'], [TS 08:29', TN 09:07'], [TN 09:13', TS 09:53'], [TS 09:53', TN 10:33'], [TN 10:34', TS 11:14'], [TS 11:22', TQ 11:37'], [TQ 12:50', TQ 14:26'], [TQ 14:36', TQ 16:12'], [TQ 16:16', TQ 17:52'], [TQ 17:58', TQ 19:34'], [TQ 19:40', TQ 21:16'], [TQ 23:33', TS 23:55']
2	[TS 05:27', TN 06:03'], [TN 06:07', TMV 06:59'], [TMV 07:00', TN 08:00'], [TN 08:04', TQ 08:58'], [TQ 09:50', TQ 11:26'], [TQ 12:44', TQ 14:20'], [TQ 14:48', TQ 16:24'], [TQ 16:29', TN 17:31'], [TN 17:35', TS 18:15'], [TS 18:15', TS 19:13'], [TS 19:17', TN 19:57'], [TN 19:58', TS 20:38'], [TS 20:41', TN 21:21'], [TN 23:03', TS 23:42']
3	[TS 05:32', TN 06:09'], [TN 06:14', TS 06:52'], [TS 06:53', TN 07:31'], [TN 07:39', TMV 08:31'], [TMV 08:41', TN 09:41'], [TN 10:07', TQ 11:01'], [TQ 12:26', TQ 14:02'], [TQ 14:18', TQ 15:54'], [TQ 16:16', TS 16:40'], [TS 16:48', TQ 17:03'], [TQ 17:05', TN 18:07'], [TN 18:24', TQ 19:18'], [TQ 19:23', TS 19:47'], [TS 19:56', TN 20:36'], [TN 20:37', TS 21:17'], [TS 21:19', TN 21:59'], [TN 22:58', TS 23:37']
4	[TS 05:10', TN 05:46'], [TN 05:55', TMV 06:47'], [TMV 07:15', TN 08:15'], [TN 08:25', TMV 09:17'], [TMV 09:20', TN 10:20'], [TN 10:28', TS 11:08'], [TS 11:25', TN 12:05'], [TN 12:35', TS 13:15'], [TS 13:15', TS 14:13'], [TS 14:15', TS 15:13'], [TS 15:45', TS 16:43'], [TS 16:45', TS 17:43'], [TS 18:11', TN 18:51'], [TN 18:52', TS 19:32'], [TS 19:44', TN 20:24'], [TN 20:31', TS 21:11'], [TS 21:11', TN 21:51'], [TN 22:53', TS 23:32']
5	[TS 05:00', TN 05:36'], [TN 05:40', TMV 06:32'], [TMV 07:10', TN 08:10'], [TN 08:14', TS 08:52'], [TS 09:03', TN 09:43'], [TN 09:49', TS 10:29'], [TS 10:37', TN 11:17'], [TN 11:25', TS 12:05'], [TS 12:10', TN 12:50'], [TN 13:41', TS 14:21'], [TS 14:26', TN 15:06'], [TN 16:17', TS 16:57'], [TS 17:06', TQ 17:21'], [TQ 17:34', TQ 19:10'], [TQ 19:10', TQ 20:46'], [TQ 20:59', TS 21:23'], [TS 21:35', TQ 21:50'], [TQ 23:26', TS 23:48']
6	[TS 05:54', TN 06:31'], [TN 06:32', TS 07:10'], [TS 07:21', TN 07:59'], [TN 08:05', TS 08:43'], [TS 08:44', TN 09:22'], [TN 09:34', TQ 10:28'], [TQ 12:14', TQ 13:50'], [TQ 14:56', TQ 16:32'], [TQ 16:35', TN 17:37'], [TN 17:42', TS 18:22'], [TS 18:23', TN 19:03'], [TN 19:31', TS 20:11'], [TS 20:14', TN 20:54'], [TN 22:48', TS 23:27']
7	[TS 06:28', TN 07:06'], [TN 07:06', TMV 07:58'], [TMV 08:06', TN 09:06'], [TN 09:31', TS 10:11'], [TS 10:19', TQ 10:34'], [TQ 11:44', TQ 13:20'], [TQ 15:12', TQ 16:48'], [TQ 17:02', TS 17:26'], [TS 17:32', TN 18:12'], [TN 18:48', TQ 19:42'], [TQ 19:46', TQ 21:22'], [TQ 23:19', TS 23:41']
8	[TS 06:11', TN 06:49'], [TN 06:49', TS 07:27'], [TS 07:39', TN 08:17'], [TN 08:26', TS 09:04'], [TS 09:15', TN 09:55'], [TN 10:16', TS 10:56'], [TS 11:00', TN 11:40'], [TN 12:10', TS 12:50'], [TS 12:56', TQ 13:11'], [TQ 15:04', TQ 16:40'], [TQ 16:41', TN 17:43'], [TN 18:36', TQ 19:30'], [TQ 19:35', TS 19:59'], [TS 19:59', TN 20:39'], [TN 22:43', TS 23:22']
9	[TS 06:35', TN 07:13'], [TN 07:24', TMV 08:16'], [TMV 08:16', TN 09:16'], [TN 09:16', TS 09:56'], [TS 09:59', TN 10:39'], [TN 10:49', TS 11:29'], [TS 12:04', TN 12:44'], [TN 14:26', TS 15:06'], [TS 15:59', TN 16:39'], [TN 16:48', TQ 17:42'], [TQ 18:04', TS 18:28'], [TS 18:32', TN 19:12'], [TN 19:25', TS 20:05'], [TS 20:05', TN 20:45'], [TN 22:38', TS 23:17']
10	[TS 06:48', TN 07:26'], [TN 07:29', TMV 08:21'], [TMV 08:21', TN 09:21'], [TN 09:46', TS 10:26'], [TS 10:28', TN 11:08'], [TN 12:18', TS 12:58'], [TS 13:04', TQ 13:19'], [TQ 14:44', TS 15:08'], [TS 15:49', TN 16:29'], [TN 17:01', TQ 17:55'], [TQ 18:28', TQ 20:04'], [TQ 23:11', TS 23:33']

11	[TS 06:05', TN 06:43'], [TN 06:45', TMV 07:37'], [TMV 07:39', TN 08:39'], [TN 08:58', TS 09:36'], [TS 09:38', TN 10:18'], [TN 10:31', TS 11:11'], [TS 12:13', TN 12:53'], [TN 17:02', TS 17:42'], [TS 17:46', TN 18:26'], [TN 18:55', TS 19:35'], [TS 19:38', TN 20:18'], [TN 22:33', TS 23:12]
12	[TS 06:30', TN 07:08'], [TN 07:09', TS 07:47'], [TS 07:59', TN 08:37'], [TN 08:37', TS 09:15'], [TS 09:21', TN 10:01'], [TN 12:08', TS 12:48'], [TS 12:50', TN 13:30'], [TN 16:55', TS 17:35'], [TS 17:36', TN 18:16'], [TN 19:01', TS 19:41'], [TS 19:41', TN 20:21'], [TN 22:28', TS 23:07]
13	[TS 06:26', TN 07:04'], [TN 07:18', TMV 08:10'], [TMV 08:11', TN 09:11'], [TN 11:40', TS 12:20'], [TS 12:34', TN 13:14'], [TN 16:14', TS 16:54'], [TS 16:59', TN 17:39'], [TN 19:40', TS 20:20'], [TS 20:20', TN 21:00'], [TN 22:13', TS 22:52]
14	[TS 06:50', TN 07:28'], [TN 07:29', TS 08:07'], [TS 08:18', TN 08:56'], [TN 12:30', TS 13:10'], [TS 13:17', TN 13:57'], [TN 16:40', TS 17:20'], [TS 17:20', TN 18:00'], [TN 19:07', TQ 20:01'], [TQ 23:03', TS 23:25]
15	[TS 07:02', TN 07:40'], [TN 07:41', TS 08:19'], [TS 08:20', TN 08:58'], [TN 12:28', TS 13:08'], [TS 13:11', TN 13:51'], [TN 15:41', TS 16:21'], [TS 16:38', TN 17:18'], [TN 19:28', TQ 20:28'], [TQ 22:55', TS 23:17]
16	[TS 06:42', TN 07:20'], [TN 07:23', TS 08:01'], [TS 08:57', TN 09:35'], [TN 12:24', TS 13:04'], [TS 13:07', TN 13:47'], [TN 15:26', TS 16:06'], [TS 16:27', TN 17:07'], [TN 19:35', TQ 20:35'], [TQ 22:47', TS 23:09]
17	[TS 06:22', TN 07:00'], [TN 07:07', TS 07:45'], [TS 09:09', TN 09:49'], [TN 19:42', TQ 20:42'], [TQ 22:39', TS 23:01]
18	[TS 06:17', TN 06:55'], [TN 06:57', TS 07:35'], [TS 08:59', TN 09:37'], [TN 19:55', TQ 20:55'], [TQ 22:31', TS 22:53]
19	[TS 06:25', TS 07:23'], [TS 08:02', TN 08:40'], [TN 19:46', TS 20:26'], [TS 20:34', TQ 20:49'], [TQ 22:17', TS 22:39]
20	[TS 06:35', TS 07:33'], [TS 07:57', TN 08:35'], [TN 20:01', TQ 21:01'], [TQ 21:59', TS 22:23]
21	[TS 09:25', TN 10:05'], [TN 21:59', TS 22:39]
22	[TS 09:33', TN 10:13'], [TN 21:55', TS 22:35]
23	[TS 09:32', TN 10:12'], [TN 21:43', TS 22:23]
24	[TS 09:30', TN 10:10'], [TN 21:39', TS 22:19]

Bus	Rutas Terminal Morán Valverde
0	[TMV 05:39', TN 06:35'], [TN 06:40', TS 07:18'], [TS 07:18', TN 07:56'], [TN 07:56', TS 08:34'], [TS 08:34', TN 09:12'], [TN 09:25', TS 10:05'], [TS 10:11', TN 10:51'], [TN 11:04', TS 11:44'], [TS 11:46', TQ 12:01'], [TQ 12:02', TQ 13:38'], [TQ 13:42', TQ 15:18'], [TQ 15:44', TQ 17:20'], [TQ 17:22', TQ 18:58'], [TQ 18:58', TQ 20:34'], [TQ 20:41', TS 21:05'], [TS 21:07', TN 21:47'], [TN 21:51', TS 22:31'], [TS 22:38', TN 23:17'], [TN 23:17', TS 23:56]
1	[TMV 05:50', TN 06:46'], [TN 06:46', TS 07:24'], [TS 07:33', TN 08:11'], [TN 08:20', TS 08:58'], [TS 09:01', TN 09:41'], [TN 09:43', TS 10:23'], [TS 10:26', TN 11:06'], [TN 11:16', TS 11:56'], [TS 11:58', TN 12:38'], [TN 12:59', TS 13:39'], [TS 13:41', TN 14:21'], [TN 14:23', TS 15:03'], [TS 15:08', TQ 15:23'], [TQ 15:30', TS 15:54'], [TS 15:57', TN 16:37'], [TN 16:42', TS 17:22'], [TS 17:26', TN 18:06'], [TN 18:12', TQ 19:06'], [TQ 19:06', TS 19:30'], [TS 19:35', TN 20:15'], [TN 20:16', TS 20:56'], [TS 20:56', TN 21:36'], [TN 22:03', TS 22:42'], [TS 22:51', TN 23:30]
2	[TMV 06:10', TN 07:10'], [TN 07:16', TS 07:54'], [TS 07:55', TN 08:33'], [TN 08:43', TQ 09:37'], [TQ 10:44', TQ 12:20'], [TQ 12:32', TQ 14:08'], [TQ 14:24', TQ 16:00'], [TQ 16:24', TQ 18:00'], [TQ 18:04', TQ 19:40'], [TQ 19:41', TS 20:05'], [TS 20:32', TN 21:12'], [TN 21:31', TS 22:11'], [TS 22:26', TN 23:05]
3	[TMV 06:30', TN 07:30'], [TN 07:34', TMV 08:26'], [TMV 08:31', TN 09:31'], [TN 09:40', TS 10:20'], [TS 10:53', TN 11:33'], [TN 11:46', TS 12:26'], [TS 12:28', TN 13:08'], [TN 13:26', TS 14:06'], [TS 14:08', TN 14:48'], [TN 15:50', TS 16:30'], [TS 16:32', TN 17:12'], [TN 17:20', TS 18:00'], [TS 18:05', TN 18:45'], [TN 18:46', TS 19:26'], [TS 19:29', TN 20:09'], [TN 20:10', TS 20:50'], [TS 20:53', TN 21:33'], [TN 22:23', TS 23:02'], [TS 23:12', TN 23:51]
4	[TMV 06:05', TN 07:05'], [TN 07:12', TMV 08:04'], [TMV 08:26', TN 09:26'], [TN 09:37', TS 10:17'], [TS 10:38', TN 11:18'], [TN 11:58', TS 12:38'], [TS 12:40', TN 13:20'], [TN 13:20', TS 14:00'], [TS 14:02', TN 14:42'], [TN 15:17', TS 15:57'], [TS 16:02', TQ 16:17'], [TQ 16:52', TS 17:16'], [TS 17:23', TN 18:03'], [TN 18:05', TS 18:45'], [TS 18:50', TN 19:30'], [TN 19:34', TS 20:14'], [TS 20:23', TN 21:03'], [TN 21:03', TS 21:43'], [TS 21:47', TQ 22:02]
5	[TMV 05:45', TN 06:41'], [TN 06:43', TS 07:21'], [TS 07:27', TN 08:05'], [TN 08:19', TQ 09:13'], [TQ 09:17', TQ 10:53'], [TQ 11:26', TQ 13:02'], [TQ 15:54', TN 16:56'], [TN 17:00', TS 17:40'], [TS 17:41', TN 18:21'], [TN 18:22', TS 19:02'], [TS 19:02', TN 19:42'], [TN 19:49', TS 20:29'], [TS 20:38', TN 21:18'], [TN 21:19', TS 21:59'], [TS 21:59', TQ 22:14]

6	[TMV 05:24', TN 06:18', [TN 06:19', TS 06:57', [TS 06:59', TN 07:37', [TN 07:38', TS 08:16', [TS 08:16', TN 08:54', [TN 09:28', TS 10:08', [TS 10:10', TN 10:50', [TN 11:31', TS 12:11', [TS 12:15', TS 13:13', [TS 13:13', TN 13:53', [TN 15:44', TS 16:24', [TS 16:24', TN 17:04', [TN 17:10', TS 17:50', [TS 17:52', TN 18:32', [TN 18:32', TS 19:12', [TS 19:47', TN 20:27', [TN 20:28', TS 21:08', [TS 21:23', TN 22:03', [TN 22:18', TS 22:57', [TS 23:19', TN 23:58', [TN 23:58', TMV 23:59']]
7	[TMV 05:55', TN 06:51', [TN 06:53', TMV 07:45', [TMV 08:01', TN 09:01', [TN 09:22', TS 10:02', [TS 10:08', TN 10:48', [TN 12:16', TS 12:56', [TS 12:56', TN 13:36', [TN 13:47', TS 14:27', [TS 14:44', TQ 14:59', [TQ 15:47', TN 16:49', [TN 17:07', TS 17:47', [TS 17:49', TN 18:29', [TN 18:30', TS 19:10', [TS 19:26', TN 20:06', [TN 20:07', TQ 21:07', [TQ 21:35', TS 21:59', [TS 22:05', TQ 22:20']]
8	[TMV 05:34', TN 06:30', [TN 06:30', TS 07:08', [TS 07:25', TS 08:23', [TS 08:23', TN 09:01', [TN 09:07', TS 09:47', [TS 09:47', TN 10:27', [TN 13:05', TS 13:45', [TS 13:47', TN 14:27', [TN 14:56', TS 15:36', [TS 15:46', TQ 16:01', [TQ 16:53', TN 17:55', [TN 18:02', TS 18:42', [TS 18:47', TN 19:27', [TN 19:28', TS 20:08', [TS 20:11', TN 20:51', [TN 20:53', TS 21:33', [TS 21:53', TQ 22:08']]
9	[TMV 06:50', TN 07:50', [TN 07:53', TS 08:31', [TS 08:32', TN 09:10', [TN 09:10', TS 09:50', [TS 09:50', TN 10:30', [TN 13:02', TS 13:42', [TS 13:44', TN 14:24', [TN 16:18', TQ 17:12', [TQ 17:28', TQ 19:04', [TQ 19:17', TS 19:41', [TS 19:45', TS 20:43', [TS 20:50', TN 21:30', [TN 21:47', TS 22:27', [TS 22:51', TQ 23:06']]
10	[TMV 06:25', TN 07:25', [TN 07:32', TS 08:10', [TS 08:12', TN 08:50', [TN 08:52', TS 09:30', [TS 09:41', TN 10:21', [TN 12:50', TS 13:30', [TS 13:32', TN 14:12', [TN 16:36', TQ 17:30', [TQ 17:40', TQ 19:16', [TQ 19:22', TQ 20:58']]
11	[TMV 06:55', TN 07:55', [TN 07:59', TMV 08:51', [TMV 08:52', TN 09:52', [TN 12:47', TS 13:27', [TS 13:29', TN 14:09', [TN 16:12', TQ 17:06', [TQ 17:52', TQ 19:28', [TQ 19:28', TQ 21:04']]
12	[TMV 07:05', TN 08:05', [TN 08:09', TMV 09:01', [TMV 09:04', TN 10:04', [TN 12:41', TS 13:21', [TS 13:23', TN 14:03', [TN 16:05', TS 16:45', [TS 16:47', TN 17:27', [TN 17:27', TS 18:07', [TS 18:08', TN 18:48', [TN 19:16', TS 19:56', [TS 20:35', TN 21:15', [TN 21:23', TS 22:03']]
13	[TMV 06:00', TN 06:56', [TN 07:01', TS 07:39', [TS 07:48', TN 08:26', [TN 08:29', TS 09:07', [TS 09:12', TN 09:52', [TN 12:38', TS 13:18', [TS 13:18', TN 13:58', [TN 16:02', TS 16:42', [TS 16:44', TN 17:24', [TN 17:29', TQ 18:23', [TQ 18:40', TQ 20:16', [TQ 21:23', TS 21:47']]
14	[TMV 05:11', TN 06:05', [TN 06:23', TS 07:01', [TS 07:24', TN 08:02', [TN 08:14', TMV 09:06', [TMV 09:10', TN 10:10', [TN 12:14', TS 12:54', [TS 12:54', TN 13:34', [TN 15:59', TS 16:39', [TS 16:41', TN 17:21', [TN 17:42', TQ 18:36', [TQ 18:50', TS 19:14', [TS 20:17', TN 20:57', [TN 21:00', TS 21:40']]
15	[TMV 06:45', TN 07:45', [TN 08:31', TS 09:09', [TS 09:18', TN 09:58', [TN 12:20', TS 13:00', [TS 13:00', TN 13:40', [TN 16:00', TQ 16:54', [TQ 17:23', TN 18:25', [TN 18:25', TS 19:05', [TS 20:26', TN 21:06', [TN 21:35', TS 22:15']]
16	[TMV 06:40', TN 07:40', [TN 08:34', TS 09:12', [TS 09:35', TN 10:15', [TN 12:06', TS 12:46', [TS 12:46', TN 13:26', [TN 16:06', TQ 17:00', [TQ 17:53', TN 18:55', [TN 19:00', TQ 19:54', [TQ 21:11', TS 21:35']]
17	[TMV 06:35', TN 07:35', [TN 08:49', TS 09:27', [TS 09:27', TN 10:07', [TN 12:26', TS 13:06', [TS 13:09', TN 13:49', [TN 15:29', TS 16:09', [TS 16:22', TQ 16:37', [TQ 17:46', TS 18:10', [TS 18:20', TN 19:00', [TN 19:21', TQ 20:21', [TQ 21:05', TS 21:29']]
18	[TMV 06:20', TN 07:20', [TN 08:46', TS 09:24', [TS 09:24', TN 10:04', [TN 16:25', TS 17:05', [TS 17:34', TN 18:14', [TN 18:17', TS 18:57', [TS 20:02', TN 20:42', [TN 20:47', TS 21:27']]

Bus	Rutas Terminal Quitumbe
0	[TQ 05:20', TQ 06:50', [TQ 06:55', TQ 08:25', [TQ 08:51', TQ 10:21', [TQ 10:26', TQ 12:02', [TQ 12:20', TQ 13:56', [TQ 14:12', TQ 15:48', [TQ 15:52', TQ 17:28', [TQ 17:29', TN 18:31', [TN 18:35', TS 19:15', [TS 19:15', TS 20:13', [TS 20:29', TN 21:09', [TN 21:11', TS 21:51', [TS 22:17', TQ 22:32']]
1	[TQ 06:01', TQ 07:31', [TQ 08:02', TQ 09:32', [TQ 09:38', TQ 11:14', [TQ 11:14', TQ 12:50', [TQ 12:55', TQ 14:31', [TQ 14:42', TQ 16:18', [TQ 16:32', TQ 18:08', [TQ 18:10', TQ 19:46', [TQ 19:47', TS 20:11', [TS 21:17', TQ 21:32']]
2	[TQ 05:59', TN 06:57', [TN 06:58', TMV 07:50', [TMV 07:51', TN 08:51', [TN 08:55', TQ 09:49', [TQ 09:56', TQ 11:32', [TQ 11:56', TQ 13:32', [TQ 13:36', TQ 15:12', [TQ 15:20', TQ 16:56', [TQ 16:56', TQ 18:32', [TQ 18:40', TS 19:04', [TS 19:14', TN 19:54', [TN 19:55', TS 20:35', [TS 21:23', TQ 21:38']]
3	[TQ 05:56', TQ 07:26', [TQ 07:30', TQ 09:00', [TQ 09:12', TQ 10:48', [TQ 10:50', TS 11:14', [TS 11:15', TN 11:55', [TN 12:02', TS 12:42', [TS 13:20', TN 14:00', [TN 14:02', TS 14:42', [TS 14:42', TN 15:22', [TN 15:23', TS 16:03', [TS 16:12', TN 16:52', [TN 16:52', TS 17:32', [TS 17:38', TN 18:18', [TN 18:18', TQ 19:12', [TQ 19:16', TQ 20:52']]

- 4 [TQ 06:14', TQ 07:44'], [TQ 07:50', TQ 09:20'], [TQ 09:27', TQ 11:03'], [TQ 11:22', TS 11:46'], [TS 11:46', TN 12:26'], [TN 13:32', TS 14:12'], [TS 14:14', TQ 14:29'], [TQ 14:30', TQ 16:06'], [TQ 16:15', TN 17:17'], [TN 17:17', TS 17:57'], [TS 17:59', TN 18:39'], [TN 18:43', TS 19:23'], [TS 19:32', TN 20:12'], [TN 20:13', TS 20:53'], [TS 21:41', TQ 21:56']
- 5 [TQ 05:38', TQ 07:08'], [TQ 07:10', TQ 08:40'], [TQ 09:05', TQ 10:41'], [TQ 10:50', TQ 12:26'], [TQ 13:00', TQ 14:36'], [TQ 15:40', TN 16:42'], [TN 16:47', TS 17:27'], [TS 17:28', TN 18:08'], [TN 18:15', TS 18:55'], [TS 18:56', TN 19:36'], [TN 19:37', TS 20:17'], [TS 22:11', TQ 22:26']
- 6 [TQ 05:49', TN 06:47'], [TN 07:00', TMV 07:52'], [TMV 07:56', TN 08:56'], [TN 09:04', TS 09:44'], [TS 10:23', TN 11:03'], [TN 11:07', TS 11:47'], [TS 11:49', TN 12:29'], [TN 13:11', TS 13:51'], [TS 13:53', TN 14:33'], [TN 14:35', TS 15:15'], [TS 15:15', TS 16:13'], [TS 16:15', TS 17:13'], [TS 17:15', TS 18:13'], [TS 18:36', TQ 18:51'], [TQ 18:52', TQ 20:28']
- 7 [TQ 06:40', TQ 08:10'], [TQ 08:30', TQ 10:00'], [TQ 10:02', TQ 11:38'], [TQ 11:46', TS 12:10'], [TS 12:10', TQ 12:25'], [TQ 13:06', TQ 14:42'], [TQ 15:36', TQ 17:12'], [TQ 17:17', TN 18:19'], [TN 18:30', TQ 19:24'], [TQ 19:30', TS 19:54'], [TS 22:25', TQ 22:40']
- 8 [TQ 05:08', TN 06:04'], [TN 06:05', TS 06:43'], [TS 06:44', TN 07:22'], [TN 07:49', TMV 08:41'], [TMV 08:58', TN 09:58'], [TN 10:10', TS 10:50'], [TS 10:56', TN 11:36'], [TN 11:52', TS 12:32'], [TS 12:36', TQ 12:51'], [TQ 13:12', TQ 14:48'], [TQ 16:08', TQ 17:44'], [TQ 17:47', TN 18:49'], [TN 18:54', TQ 19:48']
- 9 [TQ 05:33', TN 06:31'], [TN 06:51', TMV 07:43'], [TMV 07:45', TN 08:45'], [TN 09:00', TS 09:38'], [TS 10:17', TN 10:57'], [TN 10:58', TS 11:38'], [TS 11:40', TN 12:20'], [TN 13:08', TS 13:48'], [TS 13:50', TN 14:30'], [TN 14:32', TS 15:12'], [TS 15:18', TQ 15:33'], [TQ 16:00', TQ 17:36'], [TQ 17:46', TQ 19:22'], [TQ 19:29', TS 19:53'], [TS 22:23', TQ 22:38']
- 10 [TQ 05:05', TN 06:01'], [TN 06:01', TS 06:39'], [TS 06:40', TN 07:18'], [TN 07:54', TMV 08:46'], [TMV 08:46', TN 09:46'], [TN 10:04', TS 10:44'], [TS 10:50', TN 11:30'], [TN 11:34', TS 12:14'], [TS 12:18', TQ 12:33'], [TQ 13:18', TQ 14:54'], [TQ 16:22', TN 17:24'], [TN 17:36', TQ 18:30'], [TQ 18:34', TQ 20:10']
- 11 [TQ 06:20', TQ 07:50'], [TQ 08:44', TQ 10:14'], [TQ 10:38', TQ 12:14'], [TQ 13:24', TQ 15:00'], [TQ 16:47', TN 17:49'], [TN 18:00', TQ 18:54'], [TQ 19:00', TN 20:02'], [TN 20:07', TS 20:47'], [TS 22:31', TQ 22:46']
- 12 [TQ 06:54', TN 07:56'], [TN 07:59', TS 08:37'], [TS 08:38', TN 09:16'], [TN 09:22', TQ 10:16'], [TQ 10:56', TQ 12:32'], [TQ 13:30', TQ 15:06'], [TQ 16:01', TN 17:03'], [TN 17:15', TQ 18:09'], [TQ 18:22', TQ 19:58']
- 13 [TQ 06:35', TQ 08:05'], [TQ 08:37', TQ 10:07'], [TQ 11:20', TQ 12:56'], [TQ 14:00', TQ 15:36'], [TQ 16:40', TQ 18:16'], [TQ 18:16', TQ 19:52']
- 14 [TQ 06:45', TQ 08:15'], [TQ 08:16', TQ 09:46'], [TQ 11:02', TQ 12:38'], [TQ 13:16', TS 13:40'], [TS 13:45', TS 14:43'], [TS 14:52', TQ 15:07'], [TQ 17:03', TQ 18:39'], [TQ 18:46', TQ 20:22']
- 15 [TQ 05:18', TN 06:14'], [TN 06:19', TMV 07:11'], [TMV 07:21', TN 08:21'], [TN 08:44', TS 09:22'], [TS 10:22', TN 11:02'], [TN 11:10', TS 11:50'], [TS 11:55', TN 12:35'], [TN 13:35', TS 14:15'], [TS 14:18', TN 14:58'], [TN 15:14', TS 15:54'], [TS 15:54', TN 16:34'], [TN 17:22', TS 18:02'], [TS 18:02', TN 18:42'], [TN 18:42', TQ 19:36'], [TQ 19:46', TS 20:10'], [TS 22:37', TQ 22:52']
- 16 [TQ 06:44', TN 07:46'], [TN 08:11', TS 08:49'], [TS 08:50', TN 09:28'], [TN 09:45', TS 10:25'], [TS 10:29', TN 11:09'], [TN 11:19', TS 11:59'], [TS 12:01', TN 12:41'], [TN 13:29', TS 14:09'], [TS 14:11', TN 14:51'], [TN 14:53', TS 15:33'], [TS 15:44', TN 16:24'], [TN 17:40', TS 18:20'], [TS 18:29', TN 19:09'], [TN 19:14', TQ 20:08']
- 17 [TQ 06:30', TQ 08:00'], [TQ 08:09', TQ 09:39'], [TQ 11:14', TS 11:38'], [TS 11:43', TN 12:23'], [TN 13:44', TS 14:24'], [TS 14:34', TQ 14:49'], [TQ 16:48', TQ 18:24'], [TQ 18:30', TS 18:54'], [TS 18:59', TN 19:39'], [TN 19:43', TS 20:23'], [TS 22:43', TQ 22:58']
- 18 [TQ 06:15', TQ 07:45'], [TQ 07:45', TQ 09:15'], [TQ 10:40', TS 11:04'], [TS 11:08', TN 11:48'], [TN 13:23', TS 14:03'], [TS 14:05', TN 14:45'], [TN 14:47', TS 15:27'], [TS 15:29', TN 16:09'], [TN 17:30', TS 18:10'], [TS 18:17', TN 18:57'], [TN 19:07', TS 19:47'], [TS 22:59', TQ 23:14']
- 19 [TQ 05:52', TQ 07:22'], [TQ 07:25', TQ 08:55'], [TQ 11:08', TQ 12:44'], [TQ 16:42', TS 17:06'], [TS 17:07', TN 17:47'], [TN 17:57', TS 18:37'], [TS 18:38', TN 19:18'], [TN 19:19', TS 19:59'], [TS 23:07', TQ 23:22']
- 20 [TQ 06:34', TN 07:36'], [TN 08:42', TS 09:20'], [TS 10:05', TN 10:45'], [TN 10:52', TS 11:32'], [TS 11:37', TN 12:17'], [TN 13:17', TS 13:57'], [TS 13:59', TN 14:39'], [TN 14:41', TS 15:21'], [TS 15:23', TN 16:03'], [TN 18:00', TS 18:40'], [TS 18:41', TN 19:21'], [TN 19:22', TS 20:02'], [TS 23:15', TQ 23:30']
- 21 [TQ 06:19', TN 07:21'], [TN 08:40', TS 09:18'], [TS 09:58', TN 10:38'], [TN 10:43', TS 11:23'], [TS 11:31', TN 12:11'], [TN 13:14', TS 13:54'], [TS 13:56', TN 14:36'], [TN 14:44', TS 15:24'], [TS 15:26', TN 16:06'], [TN 17:12', TS 17:52'], [TS 17:55', TN 18:35'], [TN 19:13', TS 19:53'], [TS 23:23', TQ 23:38']
- 22 [TQ 05:47', TQ 07:17'], [TQ 07:20', TQ 08:50'], [TQ 16:59', TN 18:01'], [TN 18:12', TS 18:52'], [TS 19:05', TN 19:45'], [TN 19:52', TS 20:32'], [TS 23:31', TQ 23:46']

23	[TQ 06:09', TN 07:11'], [TN 08:55', TS 09:33'], [TS 09:56', TN 10:36'], [TN 10:40', TS 11:20'], [TS 11:21', TN 12:01'], [TN 12:53', TS 13:33'], [TS 13:35', TN 14:15'], [TN 14:17', TS 14:57'], [TS 15:14', TN 15:54'], [TN 17:52', TS 18:32'], [TS 19:08', TN 19:48'], [TN 20:01', TS 20:41'], [TS 23:39', TQ 23:54']
24	[TQ 07:00', TQ 08:30'], [TQ 15:38', TS 16:02'], [TS 16:07', TN 16:47'], [TN 17:55', TS 18:35'], [TS 19:38', TQ 19:53']

A.2. Rutas obtenidas para el día Sábado

Bus	Rutas Terminal Norte
0	[TN 06:00', TS 06:35'], [TS 06:38', TQ 06:53'], [TQ 07:00', TQ 08:16'], [TQ 08:18', TQ 09:34'], [TQ 09:38', TQ 10:54'], [TQ 10:56', TQ 12:12'], [TQ 12:15', TQ 13:31'], [TQ 13:34', TQ 14:50'], [TQ 14:53', TS 15:17'], [TS 15:17', TQ 15:32'], [TQ 15:36', TQ 16:52'], [TQ 16:59', TS 17:23'], [TS 17:23', TQ 17:38'], [TQ 17:43', TQ 18:59'], [TQ 19:01', TS 19:25'], [TS 19:25', TQ 19:40'], [TQ 19:43', TS 20:07'], [TS 20:07', TQ 20:22'], [TQ 20:36', TS 20:59'], [TS 21:02', TN 21:38'], [TN 21:40', TS 22:16']
1	[TN 06:28', TS 07:05'], [TS 07:05', TQ 07:20'], [TQ 07:24', TQ 08:40'], [TQ 08:50', TQ 10:06'], [TQ 10:14', TS 10:38'], [TS 10:38', TQ 10:53'], [TQ 10:59', TS 11:23'], [TS 11:23', TQ 11:38'], [TQ 11:39', TQ 12:55'], [TQ 12:56', TS 13:20'], [TS 13:20', TN 13:57'], [TN 13:58', TS 14:35'], [TS 14:37', TN 15:14'], [TN 15:17', TS 15:54'], [TS 16:02', TQ 16:17'], [TQ 16:18', TQ 17:34'], [TQ 17:35', TS 17:59'], [TS 17:59', TQ 18:14'], [TQ 18:14', TQ 19:30'], [TQ 19:31', TS 19:55'], [TS 20:01', TQ 20:16'], [TQ 20:29', TS 20:52'], [TS 20:58', TN 21:34'], [TN 21:35', TS 22:11']
2	[TN 06:35', TS 07:12'], [TS 07:13', TN 07:50'], [TN 07:50', TS 08:27'], [TS 08:28', TN 09:05'], [TN 09:07', TS 09:44'], [TS 09:48', TN 10:25'], [TN 10:26', TS 11:03'], [TS 11:05', TQ 11:20'], [TQ 11:21', TQ 12:37'], [TQ 12:38', TS 13:02'], [TS 13:02', TQ 13:17'], [TQ 13:22', TQ 14:38'], [TQ 14:41', TQ 15:57'], [TQ 16:05', TS 16:29'], [TS 16:29', TQ 16:44'], [TQ 16:50', TS 17:14'], [TS 17:14', TN 17:51'], [TN 17:52', TS 18:29'], [TS 18:29', TN 19:06'], [TN 19:14', TS 19:51'], [TS 20:02', TN 20:38'], [TN 20:42', TS 21:18'], [TS 21:19', TQ 21:34'], [TQ 21:40', TS 22:03']
3	[TN 06:08', TS 06:45'], [TS 06:47', TQ 07:02'], [TQ 07:08', TS 07:32'], [TS 07:32', TQ 07:47'], [TQ 07:48', TQ 09:04'], [TQ 09:30', TQ 10:46'], [TQ 11:08', TQ 12:24'], [TQ 12:29', TS 12:53'], [TS 12:54', TN 13:31'], [TN 13:35', TS 14:12'], [TS 14:14', TQ 14:29'], [TQ 14:29', TQ 15:45'], [TQ 15:47', TS 16:11'], [TS 16:11', TN 16:48'], [TN 16:53', TS 17:30'], [TS 17:32', TQ 17:47'], [TQ 17:50', TQ 19:06'], [TQ 19:07', TS 19:31'], [TS 19:35', TN 20:12'], [TN 20:14', TS 20:50'], [TS 21:05', TQ 21:20'], [TQ 21:25', TS 21:48'], [TS 21:50', TN 22:26']
4	[TN 06:24', TS 07:01'], [TS 07:01', TN 07:38'], [TN 07:38', TS 08:15'], [TS 08:16', TN 08:53'], [TN 08:55', TS 09:32'], [TS 09:36', TN 10:13'], [TN 10:32', TS 11:09'], [TS 11:14', TQ 11:29'], [TQ 11:35', TS 11:59'], [TS 11:59', TQ 12:14'], [TQ 12:20', TS 12:44'], [TS 12:45', TN 13:22'], [TN 13:26', TS 14:03'], [TS 14:05', TQ 14:20'], [TQ 14:26', TS 14:50'], [TS 14:50', TQ 15:05'], [TQ 15:11', TS 15:35'], [TS 15:38', TN 16:15'], [TN 16:17', TS 16:54'], [TS 16:54', TN 17:31'], [TN 17:32', TS 18:09'], [TS 18:11', TN 18:48'], [TN 19:00', TS 19:37'], [TS 19:39', TN 20:16'], [TN 20:18', TS 20:54'], [TS 21:12', TQ 21:27'], [TQ 21:32', TS 21:55'], [TS 21:55', TN 22:31']
5	[TN 06:04', TS 06:41'], [TS 06:46', TN 07:23'], [TN 07:23', TS 08:00'], [TS 08:06', TN 08:43'], [TN 08:51', TS 09:28'], [TS 09:28', TN 10:05'], [TN 10:05', TS 10:42'], [TS 10:54', TN 11:31'], [TN 11:33', TS 12:10'], [TS 12:26', TQ 12:41'], [TQ 12:46', TQ 14:02'], [TQ 14:05', TQ 15:21'], [TQ 15:29', TS 15:53'], [TS 15:56', TN 16:33'], [TN 16:35', TS 17:12'], [TS 17:14', TQ 17:29'], [TQ 17:37', TQ 18:53'], [TQ 18:55', TS 19:19'], [TS 19:19', TQ 19:34'], [TQ 20:01', TS 20:25'], [TS 20:30', TQ 20:45'], [TQ 20:50', TS 21:13'], [TS 21:25', TN 22:01']
6	[TN 06:32', TS 07:09'], [TS 07:10', TN 07:47'], [TN 07:48', TS 08:25'], [TS 08:26', TQ 08:41'], [TQ 08:41', TS 09:05'], [TS 09:05', TN 09:42'], [TN 09:43', TS 10:20'], [TS 10:20', TN 10:57'], [TN 10:57', TS 11:34'], [TS 11:45', TN 12:22'], [TN 12:24', TS 13:01'], [TS 13:11', TQ 13:26'], [TQ 13:32', TS 13:56'], [TS 13:56', TN 14:33'], [TN 14:46', TS 15:23'], [TS 15:26', TQ 15:41'], [TQ 15:42', TQ 16:58'], [TQ 17:01', TQ 18:17'], [TQ 18:20', TS 18:44'], [TS 18:44', TQ 18:59'], [TQ 19:25', TS 19:49'], [TS 19:55', TQ 20:10'], [TQ 20:43', TS 21:06'], [TS 21:10', TN 21:46']
7	[TN 06:16', TS 06:53'], [TS 06:56', TQ 07:11'], [TQ 07:17', TS 07:41'], [TS 07:41', TQ 07:56'], [TQ 08:02', TS 08:26'], [TS 08:31', TN 09:08'], [TN 09:11', TS 09:48'], [TS 09:52', TN 10:29'], [TN 10:48', TS 11:25'], [TS 11:30', TN 12:07'], [TN 12:12', TS 12:49'], [TS 12:53', TQ 13:08'], [TQ 13:16', TQ 14:32'], [TQ 14:35', TS 14:59'], [TS 15:01', TN 15:38'], [TN 15:47', TS 16:24'], [TS 16:38', TN 17:15'], [TN 17:17', TS 17:54'], [TS 18:08', TN 18:45'], [TN 18:46', TS 19:23'], [TS 19:25', TN 20:02'], [TN 20:10', TS 20:46'], [TS 20:46', TN 21:22']
8	[TN 06:20', TS 06:57'], [TS 06:58', TN 07:35'], [TN 07:35', TS 08:12'], [TS 08:17', TQ 08:32'], [TQ 08:42', TQ 09:58'], [TQ 10:05', TS 10:29'], [TS 10:40', TN 11:17'], [TN 11:27', TS 12:04'], [TS 12:05', TN 12:42'], [TN 12:45', TS 13:22'], [TS 13:23', TN 14:00'], [TN 14:16', TS 14:53'], [TS 14:55', TN 15:32'], [TN 15:32', TS 16:09'], [TS 16:14', TN 16:51'], [TN 16:59', TS 17:36'], [TS 17:38', TN 18:15'], [TN 18:16', TS 18:53'], [TS 19:00', TN 19:37'], [TN 19:42', TS 20:19'], [TS 21:33', TQ 21:48']

9	[TS 06:26', TN 07:03'], [TN 07:08', TS 07:45'], [TS 07:50', TQ 08:05'], [TQ 08:10', TQ 09:26'], [TQ 09:53', TS 10:17'], [TS 10:28', TN 11:05'], [TN 11:12', TS 11:49'], [TS 11:50', TQ 12:05'], [TQ 12:11', TS 12:35'], [TS 12:44', TQ 12:59'], [TQ 13:05', TS 13:29'], [TS 13:47', TN 14:24'], [TN 14:28', TS 15:05'], [TS 15:07', TN 15:44'], [TN 15:44', TS 16:21'], [TS 16:35', TN 17:12'], [TN 17:20', TS 17:57'], [TS 17:57', TN 18:34'], [TN 18:36', TS 19:13'], [TS 19:18', TN 19:55'], [TN 20:03', TS 20:39'], [TS 21:30', TN 22:06']
10	[TN 06:12', TS 06:49'], [TS 06:52', TN 07:29'], [TN 07:30', TS 08:07'], [TS 08:08', TQ 08:23'], [TQ 08:29', TS 08:53'], [TS 08:53', TN 09:30'], [TN 10:45', TS 11:22'], [TS 11:42', TN 12:19'], [TN 12:21', TS 12:58'], [TS 13:00', TN 13:37'], [TN 13:47', TS 14:24'], [TS 14:25', TN 15:02'], [TN 15:02', TS 15:39'], [TS 15:53', TN 16:30'], [TN 16:32', TS 17:09'], [TS 17:22', TN 17:59'], [TN 18:00', TS 18:37'], [TS 18:53', TQ 19:08'], [TQ 19:19', TS 19:43'], [TS 19:49', TQ 20:04'], [TQ 20:08', TS 20:31'], [TS 21:35', TN 22:11']
11	[TS 06:16', TN 06:53'], [TN 06:58', TS 07:35'], [TS 07:40', TN 08:17'], [TN 08:18', TS 08:55'], [TS 08:56', TN 09:33'], [TN 11:18', TS 11:55'], [TS 12:08', TQ 12:23'], [TQ 12:27', TQ 13:43'], [TQ 13:59', TS 14:23'], [TS 14:28', TN 15:05'], [TN 15:14', TS 15:51'], [TS 16:11', TQ 16:26'], [TQ 16:32', TS 16:56'], [TS 17:05', TQ 17:20'], [TQ 17:26', TS 17:50'], [TS 18:08', TQ 18:23'], [TQ 18:29', TS 18:53'], [TS 19:07', TN 19:44'], [TN 19:46', TS 20:23'], [TS 21:40', TN 22:16']
12	[TS 06:06', TN 06:43'], [TN 06:44', TS 07:21'], [TS 07:22', TN 07:59'], [TN 08:00', TS 08:37'], [TS 08:41', TN 09:18'], [TN 11:09', TS 11:46'], [TS 12:02', TN 12:39'], [TN 13:08', TS 13:45'], [TS 13:47', TQ 14:02'], [TQ 14:08', TS 14:32'], [TS 14:34', TN 15:11'], [TN 15:24', TS 16:01'], [TS 16:38', TQ 16:53'], [TQ 16:55', TQ 18:11'], [TQ 18:11', TS 18:35'], [TS 18:53', TN 19:30'], [TN 19:39', TS 20:16'], [TS 21:45', TN 22:21']
13	[TQ 06:05', TS 06:29'], [TS 06:40', TN 07:17'], [TN 07:20', TS 07:57'], [TS 07:59', TQ 08:14'], [TQ 08:20', TS 08:44'], [TS 08:50', TN 09:27'], [TN 10:40', TS 11:17'], [TS 12:20', TN 12:57'], [TN 13:11', TS 13:48'], [TS 14:05', TN 14:42'], [TN 14:52', TS 15:29'], [TS 15:32', TN 16:09'], [TN 16:14', TS 16:51'], [TS 16:58', TN 17:35'], [TN 17:48', TS 18:25'], [TS 19:13', TQ 19:28'], [TQ 19:49', TS 20:13'], [TS 22:00', TN 22:36']

Bus	Rutas Terminal Sur
0	[TS 06:03', TN 06:40'], [TN 06:41', TS 07:18'], [TS 07:19', TN 07:56'], [TN 07:58', TS 08:35'], [TS 08:35', TQ 08:50'], [TQ 08:58', TQ 10:14'], [TQ 10:14', TQ 11:30'], [TQ 11:33', TQ 12:49'], [TQ 12:52', TQ 14:08'], [TQ 14:11', TQ 15:27'], [TQ 15:30', TQ 16:46'], [TQ 16:49', TQ 18:05'], [TQ 18:08', TQ 19:24'], [TQ 19:37', TS 20:01'], [TS 20:25', TQ 20:40'], [TQ 20:57', TS 21:20'], [TS 21:20', TN 21:56'], [TN 22:00', TS 22:36']
1	[TS 06:14', TN 06:51'], [TN 06:53', TS 07:30'], [TS 07:31', TN 08:08'], [TN 08:09', TS 08:46'], [TS 08:47', TN 09:24'], [TN 09:27', TS 10:04'], [TS 10:05', TQ 10:20'], [TQ 10:32', TQ 11:48'], [TQ 11:53', TS 12:17'], [TS 12:17', TQ 12:32'], [TQ 12:40', TQ 13:56'], [TQ 13:59', TQ 15:15'], [TQ 15:18', TQ 16:34'], [TQ 16:37', TQ 17:53'], [TQ 17:53', TS 18:17'], [TS 18:32', TN 19:09'], [TN 19:11', TS 19:48'], [TS 19:54', TN 20:31'], [TN 20:34', TS 21:10'], [TS 21:15', TN 21:51'], [TN 21:55', TS 22:31']
2	[TS 06:24', TN 07:01'], [TN 07:10', TS 07:47'], [TS 07:48', TN 08:25'], [TN 08:27', TS 09:04'], [TS 09:12', TN 09:49'], [TN 09:50', TS 10:27'], [TS 10:29', TQ 10:44'], [TQ 10:50', TQ 12:06'], [TQ 12:09', TQ 13:25'], [TQ 13:28', TQ 14:44'], [TQ 14:47', TQ 16:03'], [TQ 16:06', TQ 17:22'], [TQ 17:25', TQ 18:41'], [TQ 18:49', TS 19:13'], [TS 19:14', TN 19:51'], [TN 19:53', TS 20:30'], [TS 20:30', TN 21:06'], [TN 21:22', TS 21:58']
3	[TS 06:18', TN 06:55'], [TN 06:55', TS 07:32'], [TS 07:34', TN 08:11'], [TN 08:12', TS 08:49'], [TS 08:53', TQ 09:08'], [TQ 09:46', TQ 11:02'], [TQ 11:02', TQ 12:18'], [TQ 12:21', TQ 13:37'], [TQ 13:41', TS 14:05'], [TS 14:10', TN 14:47'], [TN 14:49', TS 15:26'], [TS 15:29', TN 16:06'], [TN 16:08', TS 16:45'], [TS 16:46', TN 17:23'], [TN 17:24', TS 18:01'], [TS 18:04', TN 18:41'], [TN 18:43', TS 19:20'], [TS 19:21', TN 19:58'], [TN 20:00', TS 20:37'], [TS 20:38', TN 21:14'], [TN 21:14', TS 21:50']
4	[TS 06:12', TN 06:49'], [TN 06:50', TS 07:27'], [TS 07:28', TN 08:05'], [TN 08:06', TS 08:43'], [TS 08:44', TQ 08:59'], [TQ 09:22', TQ 10:38'], [TQ 10:41', TS 11:05'], [TS 11:09', TN 11:46'], [TN 11:48', TS 12:25'], [TS 12:25', TN 13:02'], [TN 13:02', TS 13:39'], [TS 13:53', TN 14:30'], [TN 14:31', TS 15:08'], [TS 15:08', TQ 15:23'], [TQ 15:24', TQ 16:40'], [TQ 16:41', TS 17:05'], [TS 17:06', TN 17:43'], [TN 17:44', TS 18:21'], [TS 18:25', TN 19:02'], [TN 19:04', TS 19:41'], [TS 19:43', TQ 19:58'], [TQ 20:22', TS 20:45'], [TS 20:50', TN 21:26'], [TN 21:30', TS 22:06']
5	[TS 06:28', TN 07:05'], [TN 07:05', TS 07:42'], [TS 07:46', TN 08:23'], [TN 08:24', TS 09:01'], [TS 09:05', TQ 09:20'], [TQ 09:29', TS 09:53'], [TS 09:53', TQ 10:08'], [TQ 10:08', TQ 11:24'], [TQ 11:27', TQ 12:43'], [TQ 12:47', TS 13:11'], [TS 13:20', TQ 13:35'], [TQ 13:40', TQ 14:56'], [TQ 14:59', TQ 16:15'], [TQ 16:23', TS 16:47'], [TS 16:50', TN 17:27'], [TN 17:36', TS 18:13'], [TS 18:15', TN 18:52'], [TN 18:53', TS 19:30'], [TS 19:32', TN 20:09'], [TN 20:22', TS 20:58'], [TS 21:06', TN 21:42'], [TN 21:45', TS 22:21']
6	[TS 06:09', TN 06:46'], [TN 06:47', TS 07:24'], [TS 07:25', TN 08:02'], [TN 08:03', TS 08:40'], [TS 08:44', TN 09:21'], [TN 09:31', TS 10:08'], [TS 10:16', TN 10:53'], [TN 11:00', TS 11:37'], [TS 11:39', TN 12:16'], [TN 12:18', TS 12:55'], [TS 13:03', TN 13:40'], [TN 13:41', TS 14:18'], [TS 14:23', TQ 14:38'], [TQ 14:44', TS 15:08'], [TS 15:10', TN 15:47'], [TN 15:50', TS 16:27'], [TS 16:29', TN 17:06'], [TN 17:08', TS 17:45'], [TS 17:50', TN 18:27'], [TN 18:28', TS 19:05'], [TS 19:28', TN 20:05'], [TN 20:07', TS 20:43'], [TS 20:54', TN 21:30'], [TN 21:50', TS 22:26']

7	[TS 06:34', TN 07:11'], [TN 07:25', TS 08:02'], [TS 08:03', TN 08:40'], [TN 08:43', TS 09:20'], [TS 09:24', TN 10:01'], [TN 10:08', TS 10:45'], [TS 10:48', TN 11:25'], [TN 11:30', TS 12:07'], [TS 12:07', TN 12:44'], [TN 12:47', TS 13:24'], [TS 13:29', TN 14:06'], [TN 14:10', TS 14:47'], [TS 14:49', TN 15:26'], [TN 15:27', TS 16:04'], [TS 16:05', TN 16:42'], [TN 16:47', TS 17:24'], [TS 17:26', TN 18:03'], [TN 18:04', TS 18:41'], [TS 18:43', TN 19:20'], [TN 19:25', TS 20:02'], [TS 20:06', TN 20:42'], [TN 21:06', TS 21:42']
8	[TS 06:00', TN 06:35'], [TN 06:38', TS 07:15'], [TS 07:16', TN 07:53'], [TN 07:53', TS 08:30'], [TS 08:38', TN 09:15'], [TN 09:23', TS 10:00'], [TS 10:04', TN 10:41'], [TN 10:54', TS 11:31'], [TS 11:36', TN 12:13'], [TN 12:30', TS 13:07'], [TS 13:09', TN 13:46'], [TN 13:53', TS 14:30'], [TS 14:31', TN 15:08'], [TN 15:12', TS 15:49'], [TS 15:53', TQ 16:08'], [TQ 16:12', TQ 17:28'], [TQ 17:31', TQ 18:47'], [TQ 19:13', TS 19:37'], [TS 19:37', TQ 19:52'], [TQ 20:15', TS 20:38'], [TS 20:42', TN 21:18'], [TN 21:18', TS 21:54']
9	[TS 06:36', TN 07:13'], [TN 07:18', TS 07:55'], [TS 07:56', TN 08:33'], [TN 08:35', TS 09:12'], [TS 09:17', TQ 09:32'], [TQ 10:26', TQ 11:42'], [TQ 11:45', TQ 13:01'], [TQ 13:04', TQ 14:20'], [TQ 14:23', TQ 15:39'], [TQ 15:48', TQ 17:04'], [TQ 17:08', TS 17:32'], [TS 17:41', TQ 17:56'], [TQ 18:02', TS 18:26'], [TS 18:39', TN 19:16'], [TN 19:18', TS 19:55'], [TS 20:18', TN 20:54'], [TN 20:58', TS 21:34']
10	[TS 06:22', TN 06:59'], [TN 07:00', TS 07:37'], [TS 07:37', TN 08:14'], [TN 08:15', TS 08:52'], [TS 08:59', TN 09:36'], [TN 09:53', TS 10:30'], [TS 10:32', TN 11:09'], [TN 11:24', TS 12:01'], [TS 12:12', TN 12:49'], [TN 12:50', TS 13:27'], [TS 13:29', TQ 13:44'], [TQ 13:46', TQ 15:02'], [TQ 15:02', TS 15:26'], [TS 15:26', TN 16:03'], [TN 16:11', TS 16:48'], [TS 17:02', TN 17:39'], [TN 17:40', TS 18:17'], [TS 18:36', TN 19:13'], [TN 19:21', TS 19:58'], [TS 20:34', TN 21:10'], [TN 21:10', TS 21:46']
11	[TS 06:32', TN 07:09'], [TN 07:13', TS 07:50'], [TS 07:53', TN 08:30'], [TN 08:31', TS 09:08'], [TS 09:08', TN 09:45'], [TN 10:20', TS 10:57'], [TS 11:21', TN 11:58'], [TN 12:00', TS 12:37'], [TS 12:39', TN 13:16'], [TN 13:20', TS 13:57'], [TS 13:59', TN 14:36'], [TN 14:37', TS 15:14'], [TS 15:15', TN 15:52'], [TN 15:53', TS 16:30'], [TS 16:32', TN 17:09'], [TN 17:11', TS 17:48'], [TS 18:46', TN 19:23'], [TN 19:32', TS 20:09'], [TS 20:14', TN 20:50'], [TN 20:50', TS 21:26']
12	[TS 06:20', TN 06:57'], [TN 07:03', TS 07:40'], [TS 07:43', TN 08:20'], [TN 08:21', TS 08:58'], [TS 09:02', TN 09:39'], [TN 10:11', TS 10:48'], [TS 11:03', TN 11:40'], [TN 11:42', TS 12:19'], [TS 12:30', TN 13:07'], [TN 13:14', TS 13:51'], [TS 14:02', TN 14:39'], [TN 14:43', TS 15:20'], [TS 15:20', TN 15:57'], [TN 16:02', TS 16:39'], [TS 16:56', TQ 17:11'], [TQ 17:19', TQ 18:35'], [TQ 18:38', TS 19:02'], [TS 19:07', TQ 19:22'], [TQ 21:11', TS 21:34']
13	[TS 06:43', TN 07:20'], [TN 07:40', TS 08:17'], [TS 08:23', TN 09:00'], [TN 09:03', TS 09:40'], [TS 09:40', TN 10:17'], [TN 10:17', TS 10:54'], [TS 10:57', TN 11:34'], [TN 11:36', TS 12:13'], [TS 12:15', TN 12:52'], [TN 12:55', TS 13:32'], [TS 13:35', TN 14:12'], [TN 14:19', TS 14:56'], [TS 15:18', TN 15:55'], [TN 15:56', TS 16:33'], [TS 16:42', TN 17:19'], [TN 17:28', TS 18:05'], [TS 18:26', TQ 18:41'], [TQ 18:43', TS 19:07'], [TS 19:46', TN 20:23'], [TN 20:46', TS 21:22']
14	[TS 06:29', TQ 06:44'], [TQ 06:54', TQ 08:10'], [TQ 09:54', TQ 11:10'], [TQ 11:17', TS 11:41'], [TS 11:54', TN 12:31'], [TN 12:39', TS 13:16'], [TS 13:17', TN 13:54'], [TN 14:01', TS 14:38'], [TS 14:52', TN 15:29'], [TN 15:29', TS 16:06'], [TS 16:23', TN 17:00'], [TN 17:05', TS 17:42'], [TS 17:42', TN 18:19'], [TN 18:24', TS 19:01'], [TS 20:26', TN 21:02'], [TN 21:02', TS 21:38']
15	[TS 06:55', TN 07:32'], [TN 07:33', TS 08:10'], [TS 08:13', TN 08:50'], [TN 10:14', TS 10:51'], [TS 11:18', TN 11:55'], [TN 12:06', TS 12:43'], [TS 12:51', TN 13:28'], [TN 13:32', TS 14:09'], [TS 14:17', TN 14:54'], [TN 15:07', TS 15:44'], [TS 15:44', TN 16:21'], [TN 16:23', TS 17:00'], [TS 17:30', TN 18:07'], [TN 18:12', TS 18:49'], [TS 20:58', TQ 21:13'], [TQ 21:18', TS 21:41']
16	[TS 06:30', TN 07:07'], [TN 07:45', TS 08:22'], [TS 08:26', TN 09:03'], [TN 10:23', TS 11:00'], [TS 11:00', TN 11:37'], [TN 11:54', TS 12:31'], [TS 12:36', TN 13:13'], [TN 13:23', TS 14:00'], [TS 14:07', TN 14:44'], [TN 14:59', TS 15:36'], [TS 15:47', TN 16:24'], [TN 16:29', TS 17:06'], [TS 17:10', TN 17:47'], [TN 17:56', TS 18:33'], [TS 20:44', TQ 20:59'], [TQ 21:04', TS 21:27']

Bus	Rutas Terminal Quitumbe
0	[TQ 06:36', TQ 07:52'], [TQ 07:54', TQ 09:10'], [TQ 09:14', TQ 10:30'], [TQ 10:38', TQ 11:54'], [TQ 11:57', TQ 13:13'], [TQ 13:14', TS 13:38'], [TS 13:38', TQ 13:53'], [TQ 13:53', TQ 15:09'], [TQ 15:12', TQ 16:28'], [TQ 16:31', TQ 17:47'], [TQ 17:56', TQ 19:12'], [TQ 19:55', TS 20:19'], [TS 20:22', TN 20:58'], [TN 21:26', TS 22:02'], [TS 22:02', TQ 22:17']
1	[TQ 06:12', TQ 07:28'], [TQ 07:30', TQ 08:46'], [TQ 08:53', TS 09:17'], [TS 09:20', TN 09:57'], [TN 09:59', TS 10:36'], [TS 10:36', TN 11:13'], [TN 11:15', TS 11:52'], [TS 11:57', TN 12:34'], [TN 12:36', TS 13:13'], [TS 13:14', TN 13:51'], [TN 13:55', TS 14:32'], [TS 14:40', TN 15:17'], [TN 15:19', TS 15:56'], [TS 15:59', TN 16:36'], [TN 16:38', TS 17:15'], [TS 17:18', TN 17:55'], [TN 18:08', TS 18:45'], [TS 18:50', TN 19:27'], [TN 19:28', TS 20:05'], [TS 20:10', TN 20:46'], [TN 20:54', TS 21:30'], [TS 21:40', TQ 21:55']
2	[TQ 06:24', TQ 07:40'], [TQ 07:42', TQ 08:58'], [TQ 09:06', TQ 10:22'], [TQ 10:23', TS 10:47'], [TS 10:47', TQ 11:02'], [TQ 11:08', TS 11:32'], [TS 11:32', TQ 11:47'], [TQ 11:51', TQ 13:07'], [TQ 13:10', TQ 14:26'], [TQ 14:35', TQ 15:51'], [TQ 15:56', TS 16:20'], [TS 16:20', TN 16:57'], [TN 17:02', TS 17:39'], [TS 17:54', TN 18:31'], [TN 18:32', TS 19:09'], [TS 19:11', TN 19:48'], [TN 19:49', TS 20:26'], [TS 20:37', TQ 20:52']

3	[TQ 06:00', TQ 07:16'], [TQ 07:18', TQ 08:34'], [TQ 08:34', TQ 09:50'], [TQ 10:20', TQ 11:36'], [TQ 11:44', TS 12:08'], [TS 12:10', TN 12:47'], [TN 12:52', TS 13:29'], [TS 13:32', TN 14:09'], [TN 14:13', TS 14:50'], [TS 14:58', TN 15:35'], [TN 15:38', TS 16:15'], [TS 16:17', TN 16:54'], [TN 16:56', TS 17:33'], [TS 17:34', TN 18:11'], [TN 18:20', TS 18:57'], [TS 18:57', TN 19:34'], [TN 19:35', TS 20:12'], [TS 20:13', TQ 20:28']
4	[TQ 06:18', TQ 07:34'], [TQ 07:35', TS 07:59'], [TS 08:01', TN 08:38'], [TN 08:39', TS 09:16'], [TS 09:16', TN 09:53'], [TN 09:56', TS 10:33'], [TS 10:44', TN 11:21'], [TN 11:21', TS 11:58'], [TS 12:00', TN 12:37'], [TN 12:42', TS 13:19'], [TS 13:26', TN 14:03'], [TN 14:04', TS 14:41'], [TS 14:41', TQ 14:56'], [TQ 15:05', TQ 16:21'], [TQ 16:24', TQ 17:40'], [TQ 17:44', TS 18:08'], [TS 18:18', TN 18:55'], [TN 18:57', TS 19:34'], [TS 19:42', TN 20:19'], [TN 20:26', TS 21:02'], [TS 21:26', TQ 21:41']
5	[TQ 06:30', TQ 07:46'], [TQ 07:53', TS 08:17'], [TS 08:18', TN 08:55'], [TN 08:59', TS 09:36'], [TS 09:44', TN 10:21'], [TN 10:29', TS 11:06'], [TS 11:06', TN 11:43'], [TN 11:45', TS 12:22'], [TS 12:22', TN 12:59'], [TN 13:00', TS 13:37'], [TS 13:41', TN 14:18'], [TN 14:25', TS 15:02'], [TS 15:04', TN 15:41'], [TN 15:41', TS 16:18'], [TS 16:20', TQ 16:35'], [TQ 16:43', TQ 17:59'], [TQ 18:02', TQ 19:18']
6	[TQ 06:23', TS 06:47'], [TS 06:49', TN 07:26'], [TN 07:28', TS 08:05'], [TS 08:08', TN 08:45'], [TN 08:47', TS 09:24'], [TS 09:29', TQ 09:44'], [TQ 10:44', TQ 12:00'], [TQ 12:02', TS 12:26'], [TS 12:27', TN 13:04'], [TN 13:05', TS 13:42'], [TS 13:44', TN 14:21'], [TN 14:22', TS 14:59'], [TS 14:59', TQ 15:14'], [TQ 15:20', TS 15:44'], [TS 15:44', TQ 15:59'], [TQ 16:00', TQ 17:16'], [TQ 17:17', TS 17:41'], [TS 18:22', TN 18:59'], [TN 19:07', TS 19:44'], [TS 19:58', TN 20:34'], [TN 20:38', TS 21:14'], [TS 21:47', TQ 22:02']
7	[TQ 06:48', TQ 08:04'], [TQ 08:11', TS 08:35'], [TS 08:36', TN 09:13'], [TN 09:15', TS 09:52'], [TS 10:00', TN 10:37'], [TN 10:37', TS 11:14'], [TS 11:15', TN 11:52'], [TN 11:57', TS 12:34'], [TS 12:35', TQ 12:50'], [TQ 12:58', TQ 14:14'], [TQ 14:17', TQ 15:33'], [TQ 15:38', TS 16:02'], [TS 16:08', TN 16:45'], [TN 16:50', TS 17:27'], [TS 18:01', TN 18:38'], [TN 18:50', TS 19:27'], [TS 19:31', TQ 19:46']
8	[TQ 06:42', TQ 07:58'], [TQ 08:02', TQ 09:18'], [TQ 09:41', TS 10:05'], [TS 10:08', TN 10:45'], [TN 10:51', TS 11:28'], [TS 11:33', TN 12:10'], [TN 12:15', TS 12:52'], [TS 12:57', TN 13:34'], [TN 13:38', TS 14:15'], [TS 14:15', TN 14:52'], [TN 14:57', TS 15:34'], [TS 15:35', TQ 15:50'], [TQ 15:54', TQ 17:10'], [TQ 17:13', TQ 18:29']
9	[TQ 07:06', TQ 08:22'], [TQ 08:26', TQ 09:42'], [TQ 10:02', TQ 11:18'], [TQ 11:26', TS 11:50'], [TS 11:51', TN 12:28'], [TN 12:33', TS 13:10'], [TS 13:12', TN 13:49'], [TN 13:50', TS 14:27'], [TS 14:32', TQ 14:47'], [TQ 14:53', TQ 16:09'], [TQ 16:14', TS 16:38'], [TS 16:47', TQ 17:02'], [TQ 17:07', TQ 18:23']
10	[TQ 06:41', TS 07:05'], [TS 07:07', TN 07:44'], [TN 07:55', TS 08:32'], [TS 08:33', TN 09:10'], [TN 09:19', TS 09:56'], [TS 09:56', TN 10:33'], [TN 10:35', TS 11:12'], [TS 11:12', TN 11:49'], [TN 11:51', TS 12:28'], [TS 12:33', TN 13:10'], [TN 13:17', TS 13:54'], [TS 13:56', TQ 14:11'], [TQ 14:17', TS 14:41'], [TS 14:43', TN 15:20'], [TN 15:22', TS 15:59'], [TS 16:02', TN 16:39'], [TN 16:41', TS 17:18'], [TS 17:46', TN 18:23'], [TN 18:39', TS 19:16'], [TS 19:50', TN 20:27'], [TN 20:30', TS 21:06'], [TS 21:54', TQ 22:09']
11	[TQ 06:32', TS 06:56'], [TS 07:04', TN 07:41'], [TN 07:43', TS 08:20'], [TS 08:21', TN 08:58'], [TN 09:39', TS 10:16'], [TS 10:17', TQ 10:32'], [TQ 10:32', TS 10:56'], [TS 10:56', TQ 11:11'], [TQ 11:14', TQ 12:30'], [TQ 12:33', TQ 13:49'], [TQ 13:50', TS 14:14'], [TS 14:20', TN 14:57'], [TN 15:04', TS 15:41'], [TS 15:41', TN 16:18'], [TN 16:26', TS 17:03'], [TS 19:04', TN 19:41'], [TN 19:56', TS 20:33'], [TS 20:51', TQ 21:06']
12	[TQ 06:06', TQ 07:22'], [TQ 07:26', TS 07:50'], [TS 07:51', TN 08:28'], [TN 09:35', TS 10:12'], [TS 10:12', TN 10:49'], [TN 11:06', TS 11:43'], [TS 11:48', TN 12:25'], [TN 12:27', TS 13:04'], [TS 13:06', TN 13:43'], [TN 13:44', TS 14:21'], [TS 14:22', TN 14:59'], [TN 15:09', TS 15:46'], [TS 15:50', TN 16:27'], [TN 16:44', TS 17:21'], [TS 17:50', TQ 18:05']
13	[TQ 06:50', TS 07:14'], [TS 07:14', TQ 07:29'], [TQ 07:36', TQ 08:52'], [TQ 09:05', TS 09:29'], [TS 09:32', TN 10:09'], [TN 10:42', TS 11:19'], [TS 11:24', TN 12:01'], [TN 12:03', TS 12:40'], [TS 12:42', TN 13:19'], [TN 13:29', TS 14:06'], [TS 14:12', TN 14:49'], [TN 14:54', TS 15:31'], [TS 15:35', TN 16:12'], [TN 16:20', TS 16:57'], [TS 18:17', TQ 18:32']
14	[TQ 06:14', TS 06:38'], [TS 06:38', TN 07:15'], [TN 07:15', TS 07:52'], [TS 07:58', TN 08:35'], [TN 09:47', TS 10:24'], [TS 10:24', TN 11:01'], [TN 11:03', TS 11:40'], [TS 11:41', TQ 11:56'], [TQ 12:03', TQ 13:19'], [TQ 13:23', TS 13:47'], [TS 13:50', TN 14:27'], [TN 14:34', TS 15:11'], [TS 15:13', TN 15:50'], [TN 15:59', TS 16:36'], [TS 18:35', TQ 18:50']
15	[TQ 07:12', TQ 08:28'], [TQ 09:17', TS 09:41'], [TS 09:41', TQ 09:56'], [TQ 10:50', TS 11:14'], [TS 11:27', TN 12:04'], [TN 12:09', TS 12:46'], [TS 12:48', TN 13:25'], [TN 14:07', TS 14:44'], [TS 14:46', TN 15:23'], [TN 15:35', TS 16:12'], [TS 16:26', TN 17:03'], [TN 17:14', TS 17:51'], [TS 19:02', TQ 19:17']
16	[TQ 06:59', TS 07:23'], [TS 07:23', TQ 07:38'], [TQ 07:44', TS 08:08'], [TS 08:11', TN 08:48'], [TN 10:02', TS 10:39'], [TS 10:51', TN 11:28'], [TN 11:39', TS 12:16'], [TS 12:17', TN 12:54'], [TN 12:57', TS 13:34'], [TS 13:38', TN 14:15'], [TN 14:40', TS 15:17'], [TS 15:23', TN 16:00'], [TN 16:05', TS 16:42'], [TS 20:19', TQ 20:34']

A.3. Rutas obtenidas para el día Domingo

Bus	Rutas Terminal Norte
0	[TS 06:05', TS 06:42'], [TS 06:43', TN 07:20'], [TN 07:22', TS 07:59'], [TS 07:59', TQ 08:14'], [TQ 08:18', TQ 09:34'], [TQ 09:38', TQ 10:54'], [TQ 10:56', TQ 12:12'], [TQ 12:15', TQ 13:31'], [TQ 13:32', TS 13:56'], [TS 13:56', TQ 14:11'], [TQ 14:11', TQ 15:27'], [TQ 15:30', TQ 16:46'], [TQ 16:49', TQ 18:05'], [TQ 18:11', TS 18:35'], [TS 18:35', TQ 18:50'], [TQ 18:55', TS 19:19'], [TS 19:19', TQ 19:34'], [TQ 19:37', TS 20:01'], [TS 20:03', TN 20:40'], [TN 20:42', TS 21:19'], [TS 21:19', TQ 21:34']
1	[TN 06:10', TS 06:47'], [TS 06:47', TQ 07:02'], [TQ 07:17', TS 07:41'], [TS 07:41', TQ 07:56'], [TQ 08:02', TQ 09:18'], [TQ 09:22', TQ 10:38'], [TQ 10:38', TQ 11:54'], [TQ 11:57', TQ 13:13'], [TQ 13:16', TQ 14:32'], [TQ 14:35', TS 14:59'], [TS 14:59', TQ 15:14'], [TQ 15:18', TQ 16:34'], [TQ 16:37', TQ 17:53'], [TQ 17:53', TS 18:17'], [TS 18:17', TQ 18:32'], [TQ 18:38', TS 19:02'], [TS 19:11', TN 19:48'], [TN 19:51', TS 20:28'], [TS 20:30', TQ 20:45'], [TQ 20:50', TS 21:13'], [TS 21:25', TN 22:02']
2	[TN 06:35', TS 07:12'], [TS 07:14', TQ 07:29'], [TQ 07:36', TQ 08:52'], [TQ 08:58', TQ 10:14'], [TQ 10:26', TQ 11:42'], [TQ 11:44', TS 12:08'], [TS 12:08', TQ 12:23'], [TQ 12:29', TS 12:53'], [TS 12:53', TQ 13:08'], [TQ 13:10', TQ 14:26'], [TQ 14:26', TS 14:50'], [TS 14:50', TQ 15:05'], [TQ 15:05', TQ 16:21'], [TQ 16:24', TQ 17:40'], [TQ 17:44', TS 18:08'], [TS 18:08', TQ 18:23'], [TQ 18:29', TS 18:53'], [TS 18:53', TQ 19:08'], [TQ 19:13', TS 19:37'], [TS 19:37', TQ 19:52'], [TQ 20:01', TS 20:25'], [TS 20:27', TN 21:04'], [TN 21:06', TS 21:43'], [TS 21:47', TQ 22:02']
3	[TN 06:15', TS 06:52'], [TS 06:52', TN 07:29'], [TN 07:31', TS 08:08'], [TS 08:08', TQ 08:23'], [TQ 08:26', TQ 09:42'], [TQ 10:05', TS 10:29'], [TS 10:29', TQ 10:44'], [TQ 10:44', TQ 12:00'], [TQ 12:02', TS 12:26'], [TS 12:26', TQ 12:41'], [TQ 12:47', TS 13:11'], [TS 13:11', TQ 13:26'], [TQ 13:28', TQ 14:44'], [TQ 14:44', TS 15:08'], [TS 15:08', TQ 15:23'], [TQ 15:24', TQ 16:40'], [TQ 16:43', TQ 17:59'], [TQ 18:02', TQ 19:18'], [TQ 19:43', TS 20:07'], [TS 20:07', TN 20:44'], [TN 20:50', TS 21:27'], [TS 21:30', TN 22:07']
4	[TS 06:34', TN 07:11'], [TN 07:13', TS 07:50'], [TS 07:50', TQ 08:05'], [TQ 08:10', TQ 09:26'], [TQ 09:30', TQ 10:46'], [TQ 10:50', TS 11:14'], [TS 11:26', TN 12:03'], [TN 12:06', TS 12:43'], [TS 12:44', TQ 12:59'], [TQ 13:04', TQ 14:20'], [TQ 14:23', TQ 15:39'], [TQ 15:42', TQ 16:58'], [TQ 17:01', TQ 18:17'], [TQ 18:20', TS 18:44'], [TS 18:44', TQ 18:59'], [TQ 19:07', TS 19:31'], [TS 19:31', TQ 19:46'], [TQ 19:55', TS 20:19'], [TS 20:19', TN 20:56'], [TN 21:02', TS 21:39'], [TS 21:40', TN 22:17']
5	[TN 06:27', TS 07:04'], [TS 07:04', TN 07:41'], [TN 07:43', TS 08:20'], [TS 08:26', TQ 08:41'], [TQ 08:41', TS 09:05'], [TS 09:05', TQ 09:20'], [TQ 09:29', TS 09:53'], [TS 09:55', TN 10:32'], [TN 10:35', TS 11:12'], [TS 11:12', TN 11:49'], [TN 11:55', TS 12:32'], [TS 12:33', TN 13:10'], [TN 13:16', TS 13:53'], [TS 13:53', TN 14:30'], [TN 14:36', TS 15:13'], [TS 15:14', TN 15:51'], [TN 15:57', TS 16:34'], [TS 16:34', TN 17:11'], [TN 17:14', TS 17:51'], [TS 17:51', TN 18:28'], [TN 18:30', TS 19:07'], [TS 19:13', TQ 19:28'], [TQ 19:31', TS 19:55'], [TS 20:01', TQ 20:16'], [TQ 20:29', TS 20:52'], [TS 20:55', TN 21:32'], [TN 21:34', TS 22:11']
6	[TN 06:31', TS 07:08'], [TS 07:10', TN 07:47'], [TN 07:52', TS 08:29'], [TS 08:31', TN 09:08'], [TN 09:16', TS 09:53'], [TS 09:53', TQ 10:08'], [TQ 10:23', TS 10:47'], [TS 10:55', TN 11:32'], [TN 11:38', TS 12:15'], [TS 12:17', TQ 12:32'], [TQ 12:33', TQ 13:49'], [TQ 13:59', TQ 15:15'], [TQ 15:20', TS 15:44'], [TS 15:44', TQ 15:59'], [TQ 16:00', TQ 17:16'], [TQ 17:17', TS 17:41'], [TS 17:41', TQ 17:56'], [TQ 18:02', TS 18:26'], [TS 18:27', TN 19:04'], [TN 19:10', TS 19:47'], [TS 19:49', TQ 20:04'], [TQ 20:08', TS 20:31'], [TS 20:31', TN 21:08'], [TN 21:26', TS 22:03']
7	[TN 06:19', TS 06:56'], [TS 06:58', TN 07:35'], [TN 07:37', TS 08:14'], [TS 08:17', TQ 08:32'], [TQ 08:34', TQ 09:50'], [TQ 09:54', TQ 11:10'], [TQ 11:17', TS 11:41'], [TS 11:41', TQ 11:56'], [TQ 12:03', TQ 13:19'], [TQ 13:23', TS 13:47'], [TS 13:47', TQ 14:02'], [TQ 14:08', TS 14:32'], [TS 14:41', TQ 14:56'], [TQ 14:59', TQ 16:15'], [TQ 16:23', TS 16:47'], [TS 16:47', TQ 17:02'], [TQ 17:08', TS 17:32'], [TS 17:34', TN 18:11'], [TN 18:11', TS 18:48'], [TS 18:51', TN 19:28'], [TN 20:06', TS 20:43'], [TS 20:44', TQ 20:59'], [TQ 21:04', TS 21:27'], [TS 21:35', TN 22:12']
8	[TN 06:23', TS 07:00'], [TS 07:07', TN 07:44'], [TN 07:46', TS 08:23'], [TS 08:24', TN 09:01'], [TN 09:10', TS 09:47'], [TS 09:52', TN 10:29'], [TN 10:45', TS 11:22'], [TS 11:23', TQ 11:38'], [TQ 11:39', TQ 12:55'], [TQ 12:56', TS 13:20'], [TS 13:20', TQ 13:35'], [TQ 13:41', TS 14:05'], [TS 14:21', TN 14:58'], [TN 15:15', TS 15:52'], [TS 15:53', TQ 16:08'], [TQ 16:12', TQ 17:28'], [TQ 17:35', TS 17:59'], [TS 17:59', TQ 18:14'], [TQ 18:14', TQ 19:30'], [TQ 19:49', TS 20:13'], [TS 20:19', TQ 20:34'], [TQ 20:36', TS 20:59'], [TS 20:59', TN 21:36'], [TN 21:38', TS 22:15']
9	[TS 06:24', TN 07:01'], [TN 07:01', TS 07:38'], [TS 07:40', TN 08:17'], [TN 08:20', TS 08:57'], [TS 09:06', TN 09:43'], [TN 09:49', TS 10:26'], [TS 10:37', TN 11:14'], [TN 11:20', TS 11:57'], [TS 11:59', TQ 12:14'], [TQ 12:21', TQ 13:37'], [TQ 13:40', TQ 14:56'], [TQ 15:12', TQ 16:28'], [TQ 16:32', TS 16:56'], [TS 16:59', TN 17:36'], [TN 17:38', TS 18:15'], [TS 18:47', TN 19:24'], [TN 19:25', TS 20:02'], [TS 20:07', TQ 20:22'], [TQ 20:22', TS 20:45'], [TS 20:51', TQ 21:06'], [TQ 21:11', TS 21:34'], [TS 21:45', TN 22:22']
10	[TQ 06:30', TQ 07:46'], [TQ 07:48', TQ 09:04'], [TQ 09:05', TS 09:29'], [TS 09:29', TQ 09:44'], [TQ 09:53', TS 10:17'], [TS 10:20', TN 10:57'], [TN 11:03', TS 11:40'], [TS 11:40', TN 12:17'], [TN 12:51', TS 13:28'], [TS 13:29', TQ 13:44'], [TQ 13:50', TS 14:14'], [TS 14:14', TQ 14:29'], [TQ 14:29', TQ 15:45'], [TQ 15:47', TS 16:11'], [TS 16:13', TN 16:50'], [TN 17:00', TS 17:37'], [TS 17:41', TN 18:18'], [TN 18:19', TS 18:56'], [TS 19:07', TQ 19:22'], [TQ 19:25', TS 19:49'], [TS 19:59', TN 20:36'], [TN 20:39', TS 21:16'], [TS 21:50', TN 22:27']
11	[TN 06:00', TS 06:37'], [TS 06:38', TQ 06:53'], [TQ 06:59', TS 07:23'], [TS 07:23', TN 08:00'], [TN 08:04', TS 08:41'], [TS 08:45', TN 09:22'], [TN 09:46', TS 10:23'], [TS 10:23', TN 11:00'], [TN 11:13', TS 11:50'], [TS 11:51', TN 12:28'], [TN 12:41', TS 13:18'], [TS 13:18', TN 13:55'], [TN 14:05', TS 14:42'], [TS 14:49', TN 15:26'], [TN 15:53', TS 16:30'], [TS 16:45', TN 17:22'], [TN 17:24', TS 18:01'], [TS 18:11', TN 18:48'], [TN 19:19', TS 19:56'], [TS 20:15', TN 20:52'], [TN 20:54', TS 21:31'], [TS 21:54', TQ 22:09']

12	[TS 06:11', TN 06:48'], [TN 06:58', TS 07:35'], [TS 07:37', TN 08:14'], [TN 08:32', TS 09:09'], [TS 09:20', TN 09:57'], [TN 10:28', TS 11:05'], [TS 11:05', TQ 11:20'], [TQ 11:26', TS 11:50'], [TS 11:50', TQ 12:05'], [TQ 12:11', TS 12:35'], [TS 12:43', TN 13:20'], [TN 13:30', TS 14:07'], [TS 14:07', TN 14:44'], [TN 15:01', TS 15:38'], [TS 15:38', TN 16:15'], [TN 16:39', TS 17:16'], [TS 17:23', TN 18:00'], [TN 18:15', TS 18:52'], [TS 19:02', TQ 19:17'], [TQ 19:19', TS 19:43'], [TS 19:55', TQ 20:10'], [TQ 20:15', TS 20:38'], [TS 21:03', TN 21:40']
13	[TQ 06:48', TQ 08:04'], [TQ 08:11', TS 08:35'], [TS 09:17', TN 09:54'], [TN 10:38', TS 11:15'], [TS 11:16', TN 11:53'], [TN 12:09', TS 12:46'], [TS 12:57', TN 13:34'], [TN 13:40', TS 14:17'], [TS 14:18', TN 14:55'], [TN 14:57', TS 15:34'], [TS 15:35', TN 16:12'], [TN 16:25', TS 17:02'], [TS 17:02', TN 17:39'], [TN 19:43', TS 20:20'], [TS 20:37', TQ 20:52'], [TQ 20:57', TS 21:20'], [TS 21:55', TN 22:32']
14	[TQ 06:50', TS 07:14'], [TS 07:19', TN 07:56'], [TN 07:58', TS 08:35'], [TS 08:35', TN 09:12'], [TN 09:28', TS 10:05'], [TS 10:09', TN 10:46'], [TN 11:34', TS 12:11'], [TS 12:12', TN 12:49'], [TN 12:58', TS 13:35'], [TS 13:36', TN 14:13'], [TN 14:26', TS 15:03'], [TS 15:03', TN 15:40'], [TN 15:50', TS 16:27'], [TS 16:27', TN 17:04'], [TN 19:22', TS 19:59'], [TS 20:25', TQ 20:40'], [TQ 20:43', TS 21:06'], [TS 22:00', TN 22:37']

Bus	Rutas Terminal Sur
0	[TS 06:04', TN 06:41'], [TN 06:43', TS 07:20'], [TS 07:23', TQ 07:38'], [TQ 07:42', TQ 08:58'], [TQ 09:14', TQ 10:30'], [TQ 10:41', TS 11:05'], [TS 11:14', TQ 11:29'], [TQ 11:33', TQ 12:49'], [TQ 12:52', TQ 14:08'], [TQ 14:17', TQ 15:33'], [TQ 15:36', TQ 16:52'], [TQ 16:59', TS 17:23'], [TS 17:23', TQ 17:38'], [TQ 17:43', TQ 18:59'], [TQ 19:01', TS 19:25'], [TS 19:31', TN 20:08'], [TN 20:12', TS 20:49'], [TS 20:51', TN 21:28'], [TN 21:30', TS 22:07']
1	[TS 06:29', TQ 06:44'], [TQ 06:54', TQ 08:10'], [TQ 08:50', TQ 10:06'], [TQ 10:08', TQ 11:24'], [TQ 11:27', TQ 12:43'], [TQ 12:46', TQ 14:02'], [TQ 14:05', TQ 15:21'], [TQ 15:29', TS 15:53'], [TS 15:59', TN 16:36'], [TN 16:42', TS 17:19'], [TS 17:20', TN 17:57'], [TN 17:59', TS 18:36'], [TS 18:39', TN 19:16'], [TN 19:16', TS 19:53'], [TS 19:55', TN 20:32'], [TN 20:35', TS 21:12'], [TS 21:15', TN 21:52'], [TN 21:55', TS 22:32']
2	[TS 06:00', TN 06:37'], [TN 06:39', TS 07:16'], [TS 07:16', TN 07:53'], [TN 08:01', TS 08:38'], [TS 08:42', TN 09:19'], [TN 09:39', TS 10:16'], [TS 10:16', TN 10:53'], [TN 10:56', TS 11:33'], [TS 11:33', TN 12:10'], [TN 12:16', TS 12:53'], [TS 12:54', TN 13:31'], [TN 13:33', TS 14:10'], [TS 14:11', TN 14:48'], [TN 14:54', TS 15:31'], [TS 15:35', TQ 15:50'], [TQ 15:54', TQ 17:10'], [TQ 17:13', TQ 18:29'], [TQ 18:49', TS 19:13'], [TS 19:15', TN 19:52'], [TN 19:59', TS 20:36'], [TS 20:39', TN 21:16'], [TN 21:18', TS 21:55']
3	[TS 06:16', TN 06:53'], [TN 06:55', TS 07:32'], [TS 07:32', TQ 07:47'], [TQ 07:53', TS 08:17'], [TS 08:17', TN 08:54'], [TN 08:56', TS 09:33'], [TS 09:38', TN 10:15'], [TN 10:21', TS 10:58'], [TS 10:58', TN 11:35'], [TN 11:41', TS 12:18'], [TS 12:22', TN 12:59'], [TN 13:02', TS 13:39'], [TS 13:46', TN 14:23'], [TN 14:40', TS 15:17'], [TS 15:17', TN 15:54'], [TN 16:11', TS 16:48'], [TS 16:52', TN 17:29'], [TN 17:31', TS 18:08'], [TS 18:19', TN 18:56'], [TN 18:58', TS 19:35'], [TS 19:51', TN 20:28'], [TN 20:28', TS 21:05'], [TS 21:07', TN 21:44'], [TN 21:46', TS 22:23']
4	[TS 06:08', TN 06:45'], [TN 06:47', TS 07:24'], [TS 07:27', TN 08:04'], [TN 08:07', TS 08:44'], [TS 08:44', TQ 08:59'], [TQ 10:02', TQ 11:18'], [TQ 11:21', TQ 12:37'], [TQ 12:40', TQ 13:56'], [TQ 13:59', TS 14:23'], [TS 14:23', TQ 14:38'], [TQ 14:53', TQ 16:09'], [TQ 16:14', TS 16:38'], [TS 16:38', TQ 16:53'], [TQ 16:55', TQ 18:11'], [TQ 18:43', TS 19:07'], [TS 19:23', TN 20:00'], [TN 20:15', TS 20:52'], [TS 21:11', TN 21:48'], [TN 21:50', TS 22:27']
5	[TS 06:19', TN 06:56'], [TN 07:04', TS 07:41'], [TS 07:43', TN 08:20'], [TN 08:24', TS 09:01'], [TS 09:03', TN 09:40'], [TN 09:42', TS 10:19'], [TS 10:27', TN 11:04'], [TN 11:17', TS 11:54'], [TS 11:54', TN 12:31'], [TN 12:34', TS 13:11'], [TS 13:15', TN 13:52'], [TN 13:54', TS 14:31'], [TS 14:32', TN 15:09'], [TN 15:11', TS 15:48'], [TS 15:52', TN 16:29'], [TN 16:46', TS 17:23'], [TS 17:27', TN 18:04'], [TN 18:07', TS 18:44'], [TS 18:59', TN 19:36'], [TN 19:39', TS 20:16'], [TS 20:23', TN 21:00'], [TN 21:10', TS 21:47']
6	[TS 06:14', TN 06:51'], [TN 06:51', TS 07:28'], [TS 07:31', TN 08:08'], [TN 08:10', TS 08:47'], [TS 08:53', TQ 09:08'], [TQ 10:14', TS 10:38'], [TS 10:38', TQ 10:53'], [TQ 11:02', TQ 12:18'], [TQ 12:20', TS 12:44'], [TS 12:47', TN 13:24'], [TN 13:26', TS 14:03'], [TS 14:05', TQ 14:20'], [TQ 14:35', TQ 15:51'], [TQ 15:56', TS 16:20'], [TS 16:20', TN 16:57'], [TN 17:03', TS 17:40'], [TS 17:55', TN 18:32'], [TN 18:50', TS 19:27'], [TS 19:27', TN 20:04'], [TN 20:18', TS 20:55'], [TS 21:20', TN 21:57'], [TN 22:00', TS 22:37']
7	[TS 06:37', TN 07:14'], [TN 07:16', TS 07:53'], [TS 07:55', TN 08:32'], [TN 08:52', TS 09:29'], [TS 09:31', TN 10:08'], [TN 10:10', TS 10:47'], [TS 10:48', TN 11:25'], [TN 11:52', TS 12:29'], [TS 12:35', TQ 12:50'], [TQ 12:58', TQ 14:14'], [TQ 14:17', TS 14:41'], [TS 14:42', TN 15:19'], [TN 15:25', TS 16:02'], [TS 16:02', TQ 16:17'], [TQ 16:18', TQ 17:34'], [TQ 17:37', TQ 18:53'], [TQ 21:40', TS 22:03']
8	[TS 06:40', TN 07:17'], [TN 07:25', TS 08:02'], [TS 08:04', TN 08:41'], [TN 09:13', TS 09:50'], [TS 09:59', TN 10:36'], [TN 10:42', TS 11:19'], [TS 11:19', TN 11:56'], [TN 11:59', TS 12:36'], [TS 12:36', TN 13:13'], [TN 13:23', TS 14:00'], [TS 14:04', TN 14:41'], [TN 14:47', TS 15:24'], [TS 15:28', TN 16:05'], [TN 16:18', TS 16:55'], [TS 16:55', TN 17:32'], [TN 17:56', TS 18:33'], [TS 18:55', TN 19:32'], [TN 19:47', TS 20:24'], [TS 20:43', TN 21:20'], [TN 21:22', TS 21:59']
9	[TS 06:49', TN 07:26'], [TN 07:34', TS 08:11'], [TS 08:14', TN 08:51'], [TN 09:24', TS 10:01'], [TS 10:05', TQ 10:20'], [TQ 10:20', TQ 11:36'], [TQ 11:45', TQ 13:01'], [TQ 13:05', TS 13:29'], [TS 13:39', TN 14:16'], [TN 14:22', TS 14:59'], [TS 15:00', TN 15:37'], [TN 15:43', TS 16:20'], [TS 16:31', TN 17:08'], [TN 17:28', TS 18:05'], [TS 18:07', TN 18:44'], [TN 19:06', TS 19:43'], [TS 19:43', TN 20:20'], [TN 20:21', TS 20:58']

10	[TS 06:31', TN 07:08'], [TN 07:10', TS 07:47'], [TS 07:49', TN 08:26'], [TN 08:28', TS 09:05'], [TS 09:10', TN 09:47'], [TN 10:07', TS 10:44'], [TS 10:44', TN 11:21'], [TN 11:31', TS 12:08'], [TS 12:08', TN 12:45'], [TN 13:12', TS 13:49'], [TS 14:00', TN 14:37'], [TN 15:04', TS 15:41'], [TS 15:42', TN 16:19'], [TN 16:21', TS 16:58'], [TS 17:05', TQ 17:20'], [TQ 17:25', TQ 18:41'], [TQ 21:32', TS 21:55']
11	[TS 06:21', TN 06:58'], [TN 07:19', TS 07:56'], [TS 07:58', TN 08:35'], [TN 09:07', TS 09:44'], [TS 09:48', TN 10:25'], [TN 10:59', TS 11:36'], [TS 11:37', TN 12:14'], [TN 12:23', TS 13:00'], [TS 13:01', TN 13:38'], [TN 14:08', TS 14:45'], [TS 14:46', TN 15:23'], [TN 15:32', TS 16:09'], [TS 16:11', TQ 16:26'], [TQ 16:31', TQ 17:47'], [TQ 17:56', TQ 19:12'], [TQ 21:25', TS 21:48']
12	[TS 06:26', TN 07:03'], [TN 07:49', TS 08:26'], [TS 08:38', TN 09:15'], [TN 09:35', TS 10:12'], [TS 10:17', TQ 10:32'], [TQ 10:32', TQ 11:48'], [TQ 11:53', TS 12:17'], [TS 12:19', TN 12:56'], [TN 13:47', TS 14:24'], [TS 14:25', TN 15:02'], [TN 15:08', TS 15:45'], [TS 15:49', TN 16:26'], [TN 16:35', TS 17:12'], [TS 17:14', TQ 17:29'], [TQ 17:31', TQ 18:47'], [TQ 21:18', TS 21:41']
13	[TS 06:56', TQ 07:11'], [TQ 07:12', TQ 08:28'], [TQ 10:14', TQ 11:30'], [TQ 11:35', TS 11:59'], [TS 12:05', TN 12:42'], [TN 14:01', TS 14:38'], [TS 14:39', TN 15:16'], [TN 15:18', TS 15:55'], [TS 15:56', TN 16:33'], [TN 17:10', TS 17:47'], [TS 17:48', TN 18:25'], [TN 19:28', TS 20:05'], [TS 20:47', TN 21:24'], [TN 21:42', TS 22:19']
14	[TS 07:05', TQ 07:20'], [TQ 07:24', TQ 08:40'], [TQ 08:53', TS 09:17'], [TS 09:24', TN 10:01'], [TN 11:24', TS 12:01'], [TS 12:01', TN 12:38'], [TN 14:15', TS 14:52'], [TS 15:07', TN 15:44'], [TN 17:45', TS 18:22'], [TS 18:35', TN 19:12'], [TN 19:13', TS 19:50']

Bus	Rutas Terminal Quitumbe
0	[TQ 06:06', TQ 07:22'], [TQ 07:26', TS 07:50'], [TS 07:52', TN 08:29'], [TN 08:36', TS 09:13'], [TS 09:13', TN 09:50'], [TN 09:53', TS 10:30'], [TS 10:30', TN 11:07'], [TN 11:10', TS 11:47'], [TS 11:47', TN 12:24'], [TN 12:27', TS 13:04'], [TS 13:11', TN 13:48'], [TN 13:51', TS 14:28'], [TS 14:32', TQ 14:47'], [TQ 14:47', TQ 16:03'], [TQ 16:05', TS 16:29'], [TS 16:29', TQ 16:44'], [TQ 16:50', TS 17:14'], [TS 17:16', TN 17:53'], [TN 18:03', TS 18:40'], [TS 18:43', TN 19:20'], [TN 19:31', TS 20:08'], [TS 20:11', TN 20:48'], [TN 20:58', TS 21:35'], [TS 21:40', TQ 21:55']
1	[TQ 06:00', TQ 07:16'], [TQ 07:18', TQ 08:34'], [TQ 08:42', TQ 09:58'], [TQ 10:50', TQ 12:06'], [TQ 12:09', TQ 13:25'], [TQ 13:34', TQ 14:50'], [TQ 14:53', TS 15:17'], [TS 15:24', TN 16:01'], [TN 16:04', TS 16:41'], [TS 16:41', TN 17:18'], [TN 17:21', TS 17:58'], [TS 17:59', TN 18:36'], [TN 18:38', TS 19:15'], [TS 19:47', TN 20:24'], [TN 20:32', TS 21:09'], [TS 21:12', TQ 21:27']
2	[TQ 06:36', TQ 07:52'], [TQ 07:54', TQ 09:10'], [TQ 09:17', TS 09:41'], [TS 09:45', TN 10:22'], [TN 10:24', TS 11:01'], [TS 11:05', TN 11:42'], [TN 11:45', TS 12:22'], [TS 12:29', TN 13:06'], [TN 13:09', TS 13:46'], [TS 13:50', TN 14:27'], [TN 14:33', TS 15:10'], [TS 15:17', TQ 15:32'], [TQ 15:38', TS 16:02'], [TS 16:10', TN 16:47'], [TN 16:53', TS 17:30'], [TS 17:30', TN 18:07'], [TN 18:26', TS 19:03'], [TS 19:07', TN 19:44'], [TN 19:55', TS 20:32'], [TS 20:35', TN 21:12'], [TN 21:14', TS 21:51'], [TS 22:02', TQ 22:17']
3	[TQ 06:12', TQ 07:28'], [TQ 07:30', TQ 08:46'], [TQ 09:06', TQ 10:22'], [TQ 10:59', TS 11:23'], [TS 11:23', TN 12:00'], [TN 12:02', TS 12:39'], [TS 12:40', TN 13:17'], [TN 13:19', TS 13:56'], [TS 13:57', TN 14:34'], [TN 14:43', TS 15:20'], [TS 15:21', TN 15:58'], [TN 16:00', TS 16:37'], [TS 16:38', TN 17:15'], [TN 17:17', TS 17:54'], [TS 18:03', TN 18:40'], [TN 18:42', TS 19:19'], [TS 19:39', TN 20:16'], [TN 20:25', TS 21:02'], [TS 21:05', TQ 21:20']
4	[TQ 06:18', TQ 07:34'], [TQ 07:35', TS 07:59'], [TS 08:01', TN 08:38'], [TN 08:40', TS 09:17'], [TS 09:17', TQ 09:32'], [TQ 09:46', TQ 11:02'], [TQ 11:08', TS 11:32'], [TS 11:32', TQ 11:47'], [TQ 11:51', TQ 13:07'], [TQ 13:14', TS 13:38'], [TS 13:38', TQ 13:53'], [TQ 13:53', TQ 15:09'], [TQ 15:11', TS 15:35'], [TS 15:45', TN 16:22'], [TN 16:32', TS 17:09'], [TS 17:13', TN 17:50'], [TN 17:52', TS 18:29'], [TS 18:31', TN 19:08'], [TN 19:35', TS 20:12'], [TS 20:13', TQ 20:28']
5	[TQ 06:24', TQ 07:40'], [TQ 07:44', TS 08:08'], [TS 08:10', TN 08:47'], [TN 08:48', TS 09:25'], [TS 09:34', TN 10:11'], [TN 10:17', TS 10:54'], [TS 10:56', TQ 11:11'], [TQ 11:14', TQ 12:30'], [TQ 12:38', TS 13:02'], [TS 13:02', TQ 13:17'], [TQ 13:22', TQ 14:38'], [TQ 14:41', TQ 15:57'], [TQ 16:06', TQ 17:22'], [TQ 17:26', TS 17:50'], [TS 17:50', TQ 18:05'], [TQ 18:08', TQ 19:24']
6	[TQ 06:32', TS 06:56'], [TS 07:01', TN 07:38'], [TN 07:40', TS 08:17'], [TS 08:21', TN 08:58'], [TN 09:04', TS 09:41'], [TS 09:41', TN 10:18'], [TN 10:31', TS 11:08'], [TS 11:09', TN 11:46'], [TN 11:48', TS 12:25'], [TS 12:26', TN 13:03'], [TN 13:05', TS 13:42'], [TS 13:43', TN 14:20'], [TN 14:29', TS 15:06'], [TS 15:10', TN 15:47'], [TN 16:07', TS 16:44'], [TS 16:48', TN 17:25'], [TN 17:35', TS 18:12'], [TS 18:15', TN 18:52'], [TN 18:54', TS 19:31'], [TS 19:35', TN 20:12'], [TN 20:46', TS 21:23'], [TS 21:26', TQ 21:41']
7	[TQ 07:06', TQ 08:22'], [TQ 08:29', TS 08:53'], [TS 08:56', TN 09:33'], [TN 10:03', TS 10:40'], [TS 10:41', TN 11:18'], [TN 11:27', TS 12:04'], [TS 12:15', TN 12:52'], [TN 12:55', TS 13:32'], [TS 13:32', TN 14:09'], [TN 14:19', TS 14:56'], [TS 14:56', TN 15:33'], [TN 15:36', TS 16:13'], [TS 16:17', TN 16:54'], [TN 17:07', TS 17:44'], [TS 17:44', TN 18:21'], [TN 18:34', TS 19:11'], [TS 19:19', TN 19:56'], [TN 20:09', TS 20:46'], [TS 20:58', TQ 21:13']
8	[TQ 07:00', TQ 08:16'], [TQ 08:20', TS 08:44'], [TS 08:49', TN 09:26'], [TN 10:00', TS 10:37'], [TS 10:47', TQ 11:02'], [TQ 11:08', TQ 12:24'], [TQ 12:27', TQ 13:43'], [TQ 13:46', TQ 15:02'], [TQ 15:02', TS 15:26'], [TS 15:26', TQ 15:41'], [TQ 15:48', TQ 17:04'], [TQ 17:07', TQ 18:23']

9	[TQ 07:08', TS 07:32], [TS 07:34', TN 08:11'], [TN 08:13', TS 08:50'], [TS 08:52', TN 09:29'], [TN 09:32', TS 10:09'], [TS 10:13', TN 10:50'], [TN 10:52', TS 11:29'], [TS 11:30', TN 12:07'], [TN 12:13', TS 12:50'], [TS 12:50', TN 13:27'], [TN 13:37', TS 14:14'], [TS 14:14', TN 14:51'], [TN 15:29', TS 16:06'], [TS 16:06', TN 16:43'], [TN 16:49', TS 17:26'], [TS 17:32', TQ 17:47'], [TQ 17:50', TQ 19:06']
10	[TQ 06:42', TQ 07:58'], [TQ 08:02', TS 08:26'], [TS 08:28', TN 09:05'], [TN 09:20', TS 09:57'], [TS 10:02', TN 10:39'], [TN 10:49', TS 11:26'], [TS 11:44', TN 12:21'], [TN 12:30', TS 13:07'], [TS 13:08', TN 13:45'], [TN 13:58', TS 14:35'], [TS 14:35', TN 15:12'], [TN 15:22', TS 15:59'], [TS 16:03', TN 16:40'], [TN 16:56', TS 17:33'], [TS 17:37', TN 18:14'], [TN 18:23', TS 19:00'], [TS 19:03', TN 19:40'], [TN 20:03', TS 20:40'], [TS 21:33', TQ 21:48']
11	[TQ 06:14', TS 06:38'], [TS 06:46', TN 07:23'], [TN 07:28', TS 08:05'], [TS 08:07', TN 08:44'], [TN 08:44', TS 09:21'], [TS 09:27', TN 10:04'], [TN 10:14', TS 10:51'], [TS 10:51', TN 11:28'], [TN 11:28', TS 12:20'], [TS 12:57'], [TS 13:04', TN 13:41'], [TN 13:44', TS 14:21'], [TS 14:28', TN 15:05'], [TN 15:46', TS 16:23'], [TS 16:24', TN 17:01'], [TN 17:42', TS 18:19'], [TS 18:23', TN 19:00'], [TN 19:02', TS 19:39'], [TS 19:43', TQ 19:58']
12	[TQ 06:41', TS 07:05'], [TS 07:13', TN 07:50'], [TN 07:55', TS 08:32'], [TS 08:35', TQ 08:50'], [TQ 09:41', TS 10:05'], [TS 10:06', TN 10:43'], [TN 11:06', TS 11:43'], [TS 11:58', TN 12:35'], [TN 12:37', TS 13:14'], [TS 13:25', TN 14:02'], [TN 14:12', TS 14:49'], [TS 14:53', TN 15:30'], [TN 15:39', TS 16:16'], [TS 16:20', TQ 16:35'], [TQ 16:41', TS 17:05'], [TS 17:09', TN 17:46'], [TN 17:49', TS 18:26'], [TS 18:26', TQ 18:41']
13	[TQ 06:05', TS 06:29'], [TS 06:29', TN 07:06'], [TN 07:07', TS 07:44'], [TS 07:46', TN 08:23'], [TN 09:00', TS 09:37'], [TS 09:41', TQ 09:56'], [TQ 10:32', TS 10:56'], [TS 11:02', TN 11:39'], [TN 12:48', TS 13:25'], [TS 13:29', TN 14:06'], [TN 14:50', TS 15:27'], [TS 15:31', TN 16:08'], [TN 16:14', TS 16:51'], [TS 16:56', TQ 17:11'], [TQ 17:19', TQ 18:35']
14	[TQ 06:23', TS 06:47'], [TS 06:55', TN 07:32'], [TN 08:16', TS 08:53'], [TS 08:59', TN 09:36'], [TN 09:56', TS 10:33'], [TS 10:34', TN 11:11'], [TN 12:44', TS 13:21'], [TS 13:22', TN 13:59'], [TN 16:28', TS 17:05'], [TS 17:06', TN 17:43'], [TN 18:46', TS 19:23'], [TS 19:25', TQ 19:40']

A.4. Códigos

Listing A.1: Funciones auxiliares utilizadas.

```

from pathlib import Path
import openpyxl as op
import sys
from termcolor import cprint
from copy import deepcopy
import networkx as nx
import datetime as dtme
import pandas as pd
import numpy as np
from gurobipy import *
# %%
# Elimina de la lista 'list_object' los elementos que tengan los indices 'indices'
def delete_multiple_element(list_object, indices):
    indices = sorted(indices, reverse=True)
    for idx in indices:
        if idx < len(list_object):
            list_object.pop(idx)

# %% [markdown]
# # Lectura de datos

# %%
# hojas = [('TN', 'TAB_TN')]
def load_file(name, l_tables):
    src = Path.cwd().parent # Se crea un path en la ubicacion padre.
    Path1 = Path(src, 'Datos', name)
    wb = op.load_workbook(filename = Path1, data_only=True)

    sheet = 'sheet_'

    print('Se han creado las tablas: \n')
    for i in l_tables:
        globals()[sheet+i[0]] = wb[i[0]]
        globals()[i[1]] = encontrar_tabla(globals()[sheet+i[0]], i[1], 1)
        print('\t{}'.format(i[1]))
    wb.close()

```

```

# %% [markdown]
# # Definicion de funciones

# %%
def encontrar_tabla(hoja, nombre_tabla, n_skip):

    lookup_table = hoja.tables[nombre_tabla] # busca la tabla 'nombre_tabla' en la hoja 'hoja'
    ref1 = lookup_table.ref
    data = hoja[ref1]
    rows_list = []

    # Loop through each row and get the values in the cells
    for row in data:
        # Get a list of all columns in each row
        cols = []
        for col in row:
            cols.append(col.value)
        rows_list.append(cols)

    # Create a pandas dataframe from the rows_list.
    # The first row is the column names
    return pd.DataFrame(data=rows_list[n_skip:], columns=rows_list[0])

# %%
#llegadas = [('TS','C1'),('TMV','C2'),('TQ','C2-Q')]
#Funcion utilizada para separar las tablas segun circuito, devuelve un diccionario.
#entran como datos un data frame df, que es la tabla con toda la informacion de un deposito sin procesar.
#id_terminal que es la columna de salidas
#llegadas que es un conjunto con tuplas de (terminal_llegada, circuito)
def circuitos_terminal(df, id_terminal, llegadas):

    names = df.columns
    df[names[1:]] = df[names[1:]].apply(pd.to_datetime, format="%H%M%S", errors='coerce')

    for i in names[1:]:
        df[i] = df[i].dt.time

    aux = {k[1] : (((id_terminal.lstrip('SAL_'),df[df.CIR==k[1]][id_terminal].iloc[j]),
                    (k[0],df[df.CIR==k[1]][k[0]].iloc[j]))) for j in range(0,len(df[df.CIR==k[1]]))} for k in llegadas

    for i in aux.keys():
        aux[i]=sorted(aux[i])

    return aux

# %%
#Funcion devuelve una lista cuyos elementos son tuplas de viajes en los que interviene el deposito 'var'
#La idea es que busca en Terminales, en que circuitos interviene 'var' y luego busca las coincidencias en el conjunto
#'circuitos' <--IMPORTANTE
#Se plantea un seguro en caso de que la longitud de la lista y el total de viajes en el que interviene 'var' discrepe
def get_viajes(var):
    aux=[]
    len_aux = 0
    for i in circuitos[var].keys():
        aux=aux+circuitos[var][i]
        len_aux=len_aux+len(circuitos[var][i])

    for i in Terminales.keys():
        for j in Terminales[i]:
            if j[0]==var:
                aux = aux + circuitos[i][j[1]]
                len_aux = len_aux+len(circuitos[i][j[1]])

    if len_aux == len(aux):
        return {i : 0 for i in aux}
    else:
        print('Numero total de viajes en las tablas no coincide con longitud de la lista retornada')

# %%
"""
lista de la forma
[('TN', datetime.time(5, 10)), ('TS', datetime.time(5, 46))],
[('TN', datetime.time(5, 20)), ('TS', datetime.time(5, 56))],

```

```

(('TN', datetime.time(5, 30)), ('TS', datetime.time(6, 6)))
"""
#Funcion que retorna un conjunto con todos los nodos de 'nombre' que intervengan en la lista
def get_nodos(nombre, lista):
    aux = {i[k] for i in lista for k in range(0,2) if i[k][0]==nombre}
    return(aux)

# %% [markdown]
# # Funciones para creacion de red

# %%
#Pare eliminar el problema que se forma con los horarios que llegan a partir de la media noche.
def limpieza_horario(nodos_1):
    ite = 0
    iteradores = []
    aux = []
    for i in nodos_1:
        if i[1]<datetime.time(4,0):
            iteradores.append(ite)
            aux.append(i)
            ite = ite + 1
    delete_multiple_element(nodos_1, iteradores)
    nodos_1.extend(aux)

# %%
#### ORIGINAL ###
#Para el conjunto de datos ingresados, se filtran los nodos por terminal.
#Se crean los nodos auxiliares de inicio y final del dia.

def get_conjuntos_nodos(terminales, h_inicio, h_fin):
    nodos = 'nodos_'
    nodos_aux = 'nodos_aux_'

    print('Se han creado los conjuntos: \n ')
    for i in terminales:
        ## para los conjuntos de nodos
        globals()[nodos+i] = get_nodos(i, globals()[i])
        globals()[nodos+i] = sorted(globals()[nodos+i])
        vnames = [name for name in globals() if globals()[name] is globals()[nodos+i]]
        print(vnames[0], ' con {} nodos'.format(len(globals()[nodos+i])))

        globals()[nodos_aux+i] = nodos_aux_TN = [(i, h_inicio), (i, h_fin)]
        vnames = [name for name in globals() if globals()[name] is globals()[nodos_aux+i]]
        print(vnames[0], ' con {} nodos'.format(len(globals()[nodos_aux+i])))

    print('\n')

# %%
#Se crean los arcos auxiliares que conectan el primer nodo de cada terminal, con el primer horario y
#el ultimo horario con el ultimo nodo del terminal
#ademas el nodo que une el final del dia con el inicio

#Se crean arcos que conectan el primer horario de un terminal, con otro terminal con el que tenga que ver,
#estos arcos, al inicio deben tener un costo mayor, pues son viajes vacios,
#y al final costo algo inferior al costo inicial, pues estarian volviendo a su propio terminal de origen.

#la idea es que por cada terminal se conectan con los otros terminales que tengan que ver.

def get_conjuntos_arcos (dict_terminales, incluir_inicio, costo_inicio, costo_fin):

    nodos = 'nodos_'
    nodos_aux = 'nodos_aux_'
    a_conexion = 'a_conexion_'
    a_espera = 'a_espera_'
    a_aux = 'a_aux_'

    dict1 = {nodos+i : globals()[nodos+i] for i in dict_terminales.keys()}
    dict2 = {nodos_aux+i : globals()[nodos_aux+i] for i in dict_terminales.keys()}

    dict_nodos = {**dict1, **dict2}

    def get_arcos_conexion(name, incluir_inicio1, costo_inicio1, costo_fin1):
        aux = {}
        nod = {i for i in dict_nodos.keys() if 'aux' not in i}-{nodos_+'name}

```

```

for i in nod:
    if incluir_inicio == True:
        # Arcos de conexion entre depositos inicio dia
        aux[(dict_nodos['nodos_aux_'+name][0], dict_nodos[i][0])] = costo_inicio1
        # Arcos de retorno entre depositos final dia
        aux[(dict_nodos[i][-1], dict_nodos['nodos_aux_'+name][-1])] = costo_fin1

    return aux
print('Se han creado los conjuntos: \n')
for i in dict_terminales.keys():
    globals()[a_espera+i] = {(globals()[nodos+i][j], globals()[nodos+i][j+1]) : 0
                             for j in range(0, len(globals()[nodos+i]) - 1)}

    #####Creacion de arcos de espera
    vnombres = [name for name in globals() if globals()[name] is globals()[a_espera+i]]
    print(vnombres[0], ' con {} arcos'.format(len(globals()[a_espera+i])))

    #####Creacion de arcos de conexion
    globals()[a_conexion+i] = get_arcos_conexion(i, incluir_inicio, costo_inicio, costo_fin)
    vnombres = [name for name in globals() if globals()[name] is globals()[a_conexion+i]]
    print(vnombres[0], ' con {} arcos'.format(len(globals()[a_conexion+i])))

    #####Creacion de arcos auxiliares
    globals()[a_aux+i] = {(globals()[nodos_aux+i][0], globals()[nodos+i][0]):1,
                          (globals()[nodos+i][-1], globals()[nodos_aux+i][1]):0,
                          (globals()[nodos_aux+i][1], globals()[nodos_aux+i][0]):0}
    vnombres = [name for name in globals() if globals()[name] is globals()[a_aux+i]]
    print(vnombres[0], ' con {} arcos'.format(len(globals()[a_aux+i])))

    print('\n')

# %%
#Entrada el diccionario de informacion de Terminales y devuelve todos los conjuntos asociados a la red
def get_sets(terminales):
    arcos = 'arcos_'
    total_nodos = 'total_nodos_'
    total_arcos = 'total_arcos_'
    a_espera = 'a_espera_'
    a_aux = 'a_aux_'
    a_conexion = 'a_conexion_'
    nodos = 'nodos_'
    nodos_aux = 'nodos_aux_'

    for i in terminales.keys():
        print(arcos+i, ': \n')

        print('\tArcos de espera asociados al terminal:')
        aux = {}
        for j in terminales[i]:
            print('\t\t', j[0])
            aux = {**aux, **globals()[a_espera + j[0]]}

        globals()[arcos+i] = {**globals()[i], **globals()[a_espera+i], **globals()[a_aux+i],
                             **globals()[a_conexion+i], **aux}
        print('\t{}\n \t{}\n \t{}\n \t{}\n \t{}\n'.format(i, a_espera+i, a_aux+i, a_conexion+i))

        #####
        #Se crea un conjunto con los nodos totales que involucren al deposito
        #Se obtiene de la union de los conjuntos nodos y nodos auxiliares
        print(total_nodos+i, ': \n')
        globals()[total_nodos+i] = globals()[nodos+i] + globals()[nodos_aux+i]
        print('\t{}\n \t{}\n'.format(nodos+i, nodos_aux+i))

        #####
        #Se crea una tripleta cuya primera posicion es el deposito, la segunda el lugar de origen del arco
        #la tercera el lugar de llegada del arco
        print(total_arcos+i, '\n')
        globals()[total_arcos+i] = {(i, j[0], j[1]) : globals()[arcos+i][j] for j in globals()[arcos+i]}

# %%
#Introducir conjunto de la forma 'Terminales'
def get_sets1(terminales):
    arcos = 'arcos_'

```

```

total_nodos = 'total_nodos_'
total_arcos = 'total_arcos_'
a_espera = 'a_espera_'
a_aux = 'a_aux_'
a_conexion = 'a_conexion_'
nodos = 'nodos_'
nodos_aux = 'nodos_aux_'

for i in terminales.keys():
    print(arcos+i, ': \n')

aux = {}
all_viajes = {}
for j in terminales.keys():
    aux = {**aux, **globals()[a_espera + j]}
    all_viajes = {**all_viajes, **globals()[j]}
    print('\t{}'.format(j))

globals()[arcos+i] = {**globals()[i], **globals()[a_aux+i], **globals()[a_conexion+i], **aux, **all_viajes}
print('\t{}\n \t{}\n \t{}\n'.format(a_espera+i, a_aux+i, a_conexion+i))

#####
#Se crea un conjunto con los nodos totales que involucren al deposito
#Se obtiene de la union de los conjuntos nodos y nodos auxiliares
print(total_nodos+i, '\n')
globals()[total_nodos+i] = globals()[nodos+i] + globals()[nodos_aux+i]
print('\t{}\n \t{}\n'.format(nodos+i, nodos_aux+i))

#####
#Se crea una tripleta cuya primera posicion es el deposito, la segunda el lugar de origen del arco
#la tercera el lugar de llegada del arco
print(total_arcos+i, '\n')
globals()[total_arcos+i] = {(i,j[0],j[1]) : globals()[arcos+i][j] for j in globals()[arcos+i]}

# %% [markdown]
# # Funciones para Visualizacion

# %%
#Devuelve un diccionario que contiene todas las tablas y los flujos resultantes del modelo.
#Introducir solo nombre del modelo
def visualizacion_tablas (model_name):
    if model_name.status == GRB.Status.OPTIMAL:
        vx = model_name.getAttr('x', x)

        depositos = set([x[0] for x in vx.keys()])

        res = {}

        for i in depositos:
            T_salida = []
            H_salida = []
            T_llegada = []
            H_llegada = []
            flujo = []
            for j in vx.keys():
                if j[0]==i:
                    T_salida.append(j[1][0])
                    H_salida.append(j[1][1])
                    T_llegada.append(j[2][0])
                    H_llegada.append(j[2][1])
                    flujo.append(vx[j])
            #salidas = sorted(salidas)
            df = pd.DataFrame({'T_Salida' : T_salida ,
                              'H_Salida' : H_salida ,
                              'T_Llegada' : T_llegada ,
                              'H_Llegada' : H_llegada ,
                              'Flujo' : flujo})
            df = df[df['Flujo']>0]
            res[i] = df.sort_values(by='H_Salida')

        for i in res.keys():
            print(i)

```

```

        display(res[i])
        print('\n')

    return res

else:
    print('Modelo infactible o sin soluci n.')
```

%%
#Toma como entrada un conjunto de tuplas de la forma
#((('T', datetime.time(5, 10)), ('T', datetime.time(5, 46))),
#(('T', datetime.time(5, 20)), ('T', datetime.time(5, 56)))...}
#o un diccionario con claves de la forma antes mencionada.
#Devuelve una tabla de tuplas que corresponden a los arcos a graficar, los hace m s 'bonitos' y lejíbles.

```

def crear_tab_graph (tab):
    return {(str(i[0][0])+" "+str(i[0][1].strftime("%H%M")), str(i[1][0])+" "+
            str(i[1][1].strftime("%H%M"))) for i in tab}
```

%% [markdown]
Shortest Path

%%
from copy import deepcopy

%%
Toma un diccionario 'total_viajes' de la forma
(((('TN', datetime.time(5, 30)), ('TS', datetime.time(5, 45))): 0,
(('TN', datetime.time(5, 40)), ('TS', datetime.time(5, 55))): 0 ...
#El objetivo es devolver las claves (que son viajes) de manera m s bonita, as
#['TN 04:00', 'TN 05:30'],
#['TN 05:30', 'TS 05:45'].

```

def get_graph_viajes(df):

    graph = [(i[0][0]+' '+i[0][1].strftime("%H%M"),i[1][0]+' '+i[1][1].strftime("%H%M")) for i in df.keys()]
    return graph
```

%%
para obtener los conjuntos (term y hora salida, term y hora llegada, flujo) para utilizarlos en el SPP

```

def get_graph_sets(df, name):

    graph = [(df[name]['T_Salida'].iloc[i] + ' ' +
                df[name]['H_Salida'].iloc[i].strftime("%H%M"),
                df[name]['T_Llegada'].iloc[i] + ' ' +
                df[name]['H_Llegada'].iloc[i].strftime("%H%M"), int(df[name]['Flujo'].iloc[i])]
            for i in range(0,len(res[name])))
    return graph
```

%%
(salida, llegada, flujo) que entra a la funcion, seria una por cada uno de los dep sites.
Devuelve el conjunto de rutas que debe seguir cada uno de los buses .
la idea es aplicar el algoritmo shortest path iteradamente hasta que ya no hayan caminos disponibles.

```

def get_rutas (data, term, viajes):

    #Para que se copie por valor y no por referencia, i.e., en un espacio de memoria diferente.
    data_aux = deepcopy(data)
    rutas = []

    #Primero hay que correr el shortest path
    a = [(i[0],i[1],i[2]) for i in data_aux if i[0]== term + ' 04:00']
    it = sum([i[2] for i in a])

    print('Se ha obtenido la ruta de ',it, ' buses')
```

```

while it > 0 and len(data_aux)>1:
    aux_nx = nx.DiGraph()
    aux_nx.add_weighted_edges_from(data_aux)

    c_list = nx.shortest_path(aux_nx, source = term + ' 04:00', target = term + ' 23:59',
                              weight=None, method='dijkstra')
    c_aux = [(c_list[i],c_list[i+1]) for i in range(0,len(c_list)-1)]
```



```

for i in data_aux:
    if [i[0], i[1]] in c_aux:
        i[2] = i[2]-1

    if i[2]==0:
        data_aux.remove(i)

rutas.append(c_aux)

it = it-1

iniciales_finales = []

for i in rutas:
    iterators = []
    iterator = 0

    for j in i:
        if j not in viajes:
            iterators.append(iterator)
            iterator = iterator + 1

    iniciales_finales.append([i[0], i[-1]])

    delete_multiple_element(i, iterators)

#Para agregar los viajes de inicio y fin de dia que se pierden al correr la funcion delete_multiple_element
for i in range(0, len(rutas)):
    rutas[i].insert(0, iniciales_finales[i][0])
    rutas[i].append(iniciales_finales[i][1])

return rutas

```

Listing A.2: Esquema general de resolución con 4 estaciones, aplicación al sistema Trolebús

```

# %%
#Informacion acerca de los terminales y los circuitos que operan incluyendo a dichos terminales.
Terminales = { 'TN' : [( 'TS', 'C1'), ( 'TMV', 'C2'), ( 'TQ', 'C2-Q')],
               'TS' : [( 'TN', 'C1'), ( 'TS', 'C5'), ( 'TQ', 'CG-R')],
               'TMV' : [( 'TN', 'C2')],
               'TQ' : [( 'TN', 'C2-Q'), ( 'TQ', 'C4'), ( 'TMV', 'CG-MV'), ( 'TS', 'CG-R')] }

# %% [markdown]
# # Carga Datos

# %%
file = 'Trolebus_lunes_viernes_sin_viajes.xlsx'
hojas = [( 'TN', 'TAB_TN'), ( 'TS', 'TAB_TS'), ( 'TMV', 'TAB_TMV'), ( 'TQ', 'TAB_TQ')]
## 'hojas' contiene info acerca de (nombre de la hoja en excel, nombre de la tabla ubicada en dicha hoja)

# %%
load_file(file, hojas)

# %%
circuitos_TN = circuitos_terminal(TAB_TN, 'SAL_TN', Terminales[ 'TN' ])
circuitos_TS = circuitos_terminal(TAB_TS, 'SAL_TS', Terminales[ 'TS' ])
circuitos_TMV = circuitos_terminal(TAB_TMV, 'SAL_TMV', Terminales[ 'TMV' ])
circuitos_TQ = circuitos_terminal(TAB_TQ, 'SAL_TQ', Terminales[ 'TQ' ])

# %%
circuitos = { 'TN': circuitos_TN, 'TS': circuitos_TS, 'TMV': circuitos_TMV, 'TQ': circuitos_TQ }

# %% [markdown]
# # Creacion de la Red

# %%
TN = get_viajes( 'TN' )
TS = get_viajes( 'TS' )
TMV = get_viajes( 'TMV' )
TQ = get_viajes( 'TQ' )

```

```

# %%
get_conjuntos_nodos(Terminales.keys(), dtime.time(4.0), dtime.time(23.59))

# %%
#NOT RUN
limpieza_horario(nodos_TN)
limpieza_horario(nodos_TS)
limpieza_horario(nodos_TMV)
limpieza_horario(nodos_TQ)

# %%
get_conjuntos_arcos(Terminales, True, 1.5, 0.5)

# %%
get_sets1(Terminales)

# %%
a_espera = {**a_espera_TN, **a_espera_TS, **a_espera_TMV, **a_espera_TQ}
#Notar que no se van a repetir arcos en diferentes conjuntos de espera, pues salen de una terminal
#y llegan a la misma terminal.

# %%
total_arcos = {**total_arcos_TN, **total_arcos_TS, **total_arcos_TMV, **total_arcos_TQ}
#Es el conjunto creado a partir de todas las redes de los dep sitios.
#Se lo utiliza para indexar todos los arcos de la red

# %% [markdown]
# # Capacidades y cotas de los dep sitios

# %%
up_viajes = 1
up_circulacion_TN = 25
up_circulacion_TS = 25
up_circulacion_TMV = 25
up_circulacion_TQ = 25

# %% [markdown]
# # Modelo

# %%
m = Model("MDVSP_TROLE")
x = m.addVars(total_arcos.keys(), name="x", vtype=GRB.INTEGER)

# Es la funci n objetivo a minimizar
F = x.prod(total_arcos, '*')

m.setObjective(F, GRB.MINIMIZE)

# %% [markdown]
# # Restricciones

# %% [markdown]
# ## Restricci n 2: De conservaci n de Flujo

# %%
#Los nodos de conservacion incluyen todos los nodos propios del deposito y aquellos nodos de los terminales a los que
#llegan circuitos.
nodos_TN_conservacion = total_nodos_TN + nodos_TS + nodos_TMV + nodos_TQ
nodos_TS_conservacion = total_nodos_TS + nodos_TN + nodos_TMV + nodos_TQ
nodos_TMV_conservacion = total_nodos_TMV + nodos_TN + nodos_TS + nodos_TQ
nodos_TQ_conservacion = total_nodos_TQ + nodos_TN + nodos_TS + nodos_TMV

conservacion_TN = m.addConstrs((quicksum(x['TN',j[1],j[2]] for j in total_arcos_TN.keys() if j[1] == k)
-(quicksum(x['TN',j[1],j[2]] for j in total_arcos_TN.keys() if j[2] == k))==0
for k in nodos_TN_conservacion), 'conservacion_TN')
conservacion_TS = m.addConstrs((quicksum(x['TS',j[1],j[2]] for j in total_arcos_TS.keys() if j[1] == k)
-(quicksum(x['TS',j[1],j[2]] for j in total_arcos_TS.keys() if j[2] == k))==0
for k in nodos_TS_conservacion), 'conservacion_TS')
conservacion_TMV = m.addConstrs((quicksum(x['TMV',j[1],j[2]] for j in total_arcos_TMV.keys() if j[1] == k)
-(quicksum(x['TMV',j[1],j[2]] for j in total_arcos_TMV.keys() if j[2] == k))==0
for k in nodos_TMV_conservacion), 'conservacion_TMV')
conservacion_TQ = m.addConstrs((quicksum(x['TQ',j[1],j[2]] for j in total_arcos_TQ.keys() if j[1] == k)
-(quicksum(x['TQ',j[1],j[2]] for j in total_arcos_TQ.keys() if j[2] == k))==0

```

```

        for k in nodos_TQ_conservacion), 'conservacion_TQ')

# %%
# Numero total de nodos en la red, teniendo en cuenta que se cuenta cada nodo por capa.
len(nodos_TN_conservacion)+len(nodos_TS_conservacion)+ len(nodos_TMV_conservacion)+ len(nodos_TQ_conservacion)

# %% [markdown]
# ## Restricci n 3: De unicidad de buses para rutas pre-programadas

# %%
#Hint: Para todos los viajes, suma para cada uno de los dep sites
total_viajes = {**TN, **TS, **TMV, **TQ}

viajes_programados = m.addConstrs((quicksum(x[i,j[0],j[1]] for i in {'TN','TS', 'TMV', 'TQ'})
                                if (i,j[0],j[1]) in total_arcos.keys()) == 1
                                for j in total_viajes.keys()), "v")

# %% [markdown]
# ## Restricci n 4: De cotas superiores

# %%
up_1 = m.addConstrs((x[i,j[0],j[1]] <= up_viajes for i in {'TN', 'TS', 'TMV', 'TQ'} for j in total_viajes.keys()
                    if (i,j[0],j[1]) in total_arcos.keys()), "up_1")

# %%

up_espera = up_circulacion_TN + up_circulacion_TS + up_circulacion_TMV + up_circulacion_TQ

up_3_espera = m.addConstrs((x[i, j[0], j[1]] <= up_espera
                            for i in {'TN', 'TS', 'TMV', 'TQ'}
                            for j in a_espera
                            if (i,j[0],j[1]) in total_arcos.keys()), "up_3_espera")

# %%
up_aux_TN = m.addConstrs((x[ 'TN',j[0],j[1]] <= up_circulacion_TN for j in a_aux_TN.keys()), "up_aux_TN")
up_aux_TS = m.addConstrs((x[ 'TS',j[0],j[1]] <= up_circulacion_TS for j in a_aux_TS.keys()), "up_aux_TS")
up_aux_TMV = m.addConstrs((x[ 'TMV',j[0],j[1]] <= up_circulacion_TMV for j in a_aux_TMV.keys()), "up_aux_TMV")
up_aux_TQ = m.addConstrs((x[ 'TQ',j[0],j[1]] <= up_circulacion_TQ for j in a_aux_TQ.keys()), "up_aux_TS")

# %%
up_conexion_TN = m.addConstrs((x[ 'TN',j[0],j[1]] <= up_circulacion_TN for j in a_conexion_TN), "up_conexion_TN")
up_conexion_TS = m.addConstrs((x[ 'TS',j[0],j[1]] <= up_circulacion_TS for j in a_conexion_TS), "up_conexion_TS")
up_conexion_TMV = m.addConstrs((x[ 'TMV',j[0],j[1]] <= up_circulacion_TMV for j in a_conexion_TMV), "up_conexion_TMV")
up_conexion_TQ = m.addConstrs((x[ 'TQ',j[0],j[1]] <= up_circulacion_TQ for j in a_conexion_TQ), "up_conexion_TQ")

# %% [markdown]
# # Resoluci n Modelo

# %%
m.update ()
m.write (m.ModelName+".lp")
m.optimize ()

# %% [markdown]
# # Visualizaci n de Resultados

# %%
res = visualizacion_tablas (m)

# %%
if m.status == GRB.Status.OPTIMAL:
    cprint('Se utiliza la siguiente cantidad de buses: \n', 'blue')
    aux = 0
    for i in res.keys():
        if len(res[i]) > 0:
            aux1 = int(res[i].query("H_Salida == @dtime.time(23,59)")['Flujo'].values[0])
            cprint('\t Para {} : {} buses \n'.format(i,aux1), 'blue', attrs=['bold'])
            aux=aux+aux1

    cprint('En total : {} buses.'.format(aux), 'blue')

# %% [markdown]
# # Shortest Path

```

```

# %%

# %%
total_conexiones = (**a_conexion_TN, **a_conexion_TS, **a_conexion_TMV, **a_conexion_TQ)

# %%
g_total_viajes = get_graph_viajes(total_viajes)
g_total_conexiones = get_graph_viajes(total_conexiones)

# %%
g_total_viajes.append(g_total_conexiones)

# %%
len(total_viajes)

# %%
graph_TN = get_graph_sets(res, 'TN')
graph_TS = get_graph_sets(res, 'TS')
graph_TMV = get_graph_sets(res, 'TMV')
graph_TQ = get_graph_sets(res, 'TQ')

# %% [markdown]
# ### Measuring time execution

# %%
import time

# %%
start = time.time()
rutas_TN = get_rutas(graph_TN, 'TN', g_total_viajes)
rutas_TS = get_rutas(graph_TS, 'TS', g_total_viajes)
rutas_TMV = get_rutas(graph_TMV, 'TMV', g_total_viajes)
rutas_TQ = get_rutas(graph_TQ, 'TQ', g_total_viajes)
end = time.time()

# %%
display(rutas_TMV)

# %%
print("Time for execution of program {}".format(round(end-start, 5)))

```

Referencias bibliográficas

- R. Ahuja, T. Magnanti, and J. Orlin. Network flows. 01 1993.
- C. Friberg and K. Haase. An exact branch and cut algorithm for the vehicle and crew scheduling problem. In N. H. M. Wilson, editor, *Computer-Aided Transit Scheduling*, pages 63–80, Berlin, Heidelberg, 1999. Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-642-85970-0.
- V. Gintner, N. Kliewer, and L. Suhl. Solving large multiple-depot multiple-vehicle-type bus scheduling problems in practice. *OR Spectrum*, 27: 507–523, 8 2005. ISSN 01716468. doi: 10.1007/s00291-005-0207-9.
- K. Haase, G. Desaulniers, and J. Desrosiers. Simultaneous vehicle and crew scheduling in urban mass transit systems. *Transportation Science*, 35:286–, 08 2001. doi: 10.1287/trsc.35.3.286.10153.
- C. A. Hane, C. Barnhart, E. L. Johnson, R. E. Marsten, G. L. Nemhauser, and G. Sigismondi. The fleet assignment problem: 1 solving a large-scale integer program, 1995.
- D. Huisman, R. Freling, and A. Wagelmans. Multiple-depot integrated vehicle and crew scheduling. *Transportation Science*, 39, 01 2003. doi: 10.1287/trsc.1040.0104.
- N. Kliewer, T. Mellouli, and L. Suhl. A new solution model for multi-depot multi-vehicle-type vehicle scheduling in (sub) urban public transport. 2003.
- N. Kliewer, T. Mellouli, and L. Suhl. A time-space network based exact optimization model for multi-depot bus scheduling. *European Journal*

of Operational Research, 175:1616–1627, 12 2006. ISSN 03772217.
doi: 10.1016/j.ejor.2005.02.030.

W. L. Winston. *Investigacion de operaciones: Aplicaciones y algoritmos*.
Thomson International, 4th edition, 2008.