

**DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO
MEDIANTE LA REVISIÓN OPERACIONAL DE LAS RUTAS P1, AB1, AB2, AB3.**

LAURA NATHALIA RINCÓN CARVAJAL

CAROLINA URQUIJO ROCHA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2017

**DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO
MEDIANTE LA REVISIÓN OPERACIONAL DE LAS RUTAS P1, AB1, AB2, AB3.**

LAURA NATHALIA RINCÓN CARVAJAL

CAROLINA URQUIJO ROCHA

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Director:

LUIS DAVID ARÉVALO DURAN

Ingeniero Civil y Especialista en Transporte

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS**

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por darme la fortaleza de seguir adelante y la capacidad de afrontar otra etapa más en mi vida y por guiarme por un buen camino.

A mis padres, Felizain y Marlene, por apoyarme en todo momento, por creer en mí y por estar siempre presente en mi formación como persona.

A mis amigos y personas especiales en mi vida, por acompañarme en los momentos de angustia y ayudarme a enfrentar mis miedos brindándome su alegría y palabras de ánimo.

A la Universidad que me dio la bienvenida y la oportunidad para llevar a cabo no solo mi formación académica sino también personal.

Laura Nathalia Rincón Carvajal

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a todos los involucrados en mi camino, durante este tiempo de formación. La lista es innumerable, sin embargo no puedo dejar de resaltar el apoyo de personas que fueron fundamentales para este logro. Primeramente a Dios como fundamento de mis triunfos, a mi alma mater quien me adoptó y me dio las bases para hoy estar aquí. A mis padres que con sus esfuerzos y paciencia me apoyaron en todo momento, pero también a personas como Rodrigo que con su amistad la vida me permitió elegirlo como hermano y un final agradecimiento a todos mis compañeros de aventura durante este largo y enriquecedor viaje.

Carolina Urquijo Rocha

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1 JUSTIFICACIÓN	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GENERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3 MARCO TEORICO.....	20
4 METODOLOGÍA.....	25
4.1 DEMANDA DE PASAJEROS DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO	25
4.2 ESTRUCTURA DE LA OFERTA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO	26
4.3 INVESTIGACIÓN DEL IPK (ÍNDICE DE PASAJEROS POR KILÓMETRO) 26	
4.4 FLOTA TOTAL, NECESARIA Y SUFICIENTE	28
4.5 ANÁLISIS PRELIMINAR ECONÓMICO	29
5 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	29
5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS RUTAS DE ESTUDIO	29
5.1.1 Ruta AB1:.....	29
5.1.2 Ruta AB2:.....	30
5.1.3 Ruta AB3:.....	31
5.1.4 Ruta P1:	32
5.2 ESCENARIOS DE ESTUDIO	33
5.3 FLOTA PROGRAMADA POR METROLÍNEA	34
5.4 DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA SEGÚN EL IPK.....	35
5.5 ANÁLISIS PRELIMINAR ECONÓMICO SEGÚN LA TIPOLOGÍA	37
6 ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
6.1 COMPORTAMIENTO DE LAS VELOCIDADES	39

6.1.1	Velocidad Comercial:	39
6.1.2	Velocidad Operacional:	40
6.1.3	Desempeño:	43
6.2	ANÁLISIS DE LOS PERFILES DE CARGA Y CARGA MÁXIMA	44
6.2.1	Perfil de carga ruta P1:	44
6.2.2	Perfil de carga ruta AB1:	46
6.2.3	Perfil de carga ruta AB2:	48
6.2.4	Perfil de carga ruta AB3:	50
6.2.5	Carga Máxima:	52
6.3	ANÁLISIS DE LAS FRECUENCIAS O INTERVALOS DE PASO	53
6.4	FLOTA PROGRAMADA FRENTE A LA FLOTA REQUERIDA SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO	56
6.5	DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS RUTAS MEDIANTE EL INDICADOR IPK	58
6.6	ANÁLISIS PRELIMINAR ECONÓMICO INGRESOS/COSTOS	60
7	CONCLUSIONES	63
8	RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA	67

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ruta AB1.	30
Figura 2 Ruta AB2.	31
Figura 3 Ruta AB3.	32
Figura 4 Ruta P1.....	33
Figura 5 Perfil de carga Ruta P1 en hora pico.	44
Figura 6 Perfil de carga Ruta P1 en hora valle.	45
Figura 7 Perfil de carga promedio Ruta P1.....	46
Figura 8 Perfil de carga Ruta AB1 en hora pico.....	46
Figura 9 Perfil de carga Ruta AB1 en hora valle.	47
Figura 10 Perfil de carga promedio Ruta AB1.	48
Figura 11 Perfil de carga Ruta AB2 en hora pico.....	48
Figura 12 Perfil de carga Ruta AB2 en hora valle.	49
Figura 13 Perfil de carga promedio Ruta AB2.	50
Figura 14 Perfil de carga Ruta AB3 en hora pico.....	50
Figura 15 Perfil de carga Ruta AB3 en hora valle.	51
Figura 16 Perfil de carga promedio Ruta AB3.	52
Figura 17 Frecuencias Ruta AB1.....	54
Figura 18 Frecuencias Ruta AB2.....	55
Figura 19 Frecuencias Ruta AB3.....	55
Figura 20 Frecuencias Ruta P1.	55

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Horas Pico.	34
Tabla 2 Horas Valle.	34
Tabla 3 Parque automotor habilitado.	34
Tabla 4 Distribución de la flota para las rutas analizadas.	35
Tabla 5 Capacidad.	35
Tabla 6 Rangos de eficiencia.	36
Tabla 7 Distribución porcentual de la tarifa vigente.	38
Tabla 8 Costos de operación según la tipología de vehículo.	38
Tabla 9 Demanda de pasajeros.	39
Tabla 10 Velocidad comercial.	40
Tabla 11 Capacidad teórica en corredores de transporte público.	41
Tabla 12 Velocidades operacionales.	42
Tabla 13 Clasificación arterial.	43
Tabla 14 Desempeño.	44
Tabla 15 Carga máxima según tipología del vehículo.	53
Tabla 16 Intervalo de paso según tipología del vehículo.	53
Tabla 17 Flota según tipología del vehículo.	56
Tabla 18 Flota operacional, efectiva y de reserva según la ruta.	57
Tabla 19 Número de flotas según ciclo.	57
Tabla 20 Tabla IPK.	59
Tabla 21 Análisis económico Ruta AB1.	61
Tabla 22 Análisis económico Ruta AB2.	61
Tabla 23 Análisis económico Ruta AB3.	61
Tabla 24 Análisis económico Ruta P1.	62

LISTA DE ANEXOS

(Ver anexos adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)

Anexo A. Formato para el estudio de Ascenso y Descenso de Pasajeros a bordo del transporte público.

Anexo B. Análisis Preliminar económico detallado para cada una de las rutas.

RESUMEN

- TÍTULO:** DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO MEDIANTE LA REVISIÓN OPERACIONAL DE LAS RUTAS P1, AB1, AB2, AB3 *
- AUTORES:** LAURA NATHALIA RINCÓN CARVAJAL
CAROLINA URQUIJO ROCHA **
- PALABRAS CLAVES:** Perfil de carga, índice de pasajeros por kilómetro, movilidad, atributos.

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo de investigación tienen como finalidad la realización de un diagnóstico operacional a las rutas P1, AB1, AB2 y AB3, del Sistema de Integrado de Transporte Masivo, Metrolínea S.A, permitiendo determinar la eficiencia y desempeño que presentan para tener conocimiento acerca de cuáles rutas están operando de una manera adecuada y contribuir al mejoramiento en el tema de transporte de pasajeros en el Área Metropolitana de Bucaramanga. La información utilizada para la determinación de las características de las rutas, se obtuvo a partir del trabajo de campo realizado en los diferentes sectores de Bucaramanga, dependiendo del recorrido de las rutas, empleando el método del "Ascenso y descenso de pasajeros". El objetivo específico de este método es calcular la demanda de pasajeros que permita examinar el índice de pasajeros por kilómetro y realizar un análisis básico que va desde determinar cada atributo de las rutas del Sistema Integrado de Transporte Masivo hasta el análisis económico comparativo entre los ingresos tarifarios y los costos de operación de cada ruta diagnosticada según la tipología y determinar las posibles razones de las pérdidas monetarias. Con este análisis también se puede verificar la correcta operación de una ruta, ya sea que funcione como una ruta origen-destino o ruta alimentadora.

*Proyecto de Grado

**Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luis David Arévalo Durán, Ingeniero Civil.

ABSTRACT

TITLE: GENERAL DIAGNOSIS OF THE MASSIVE TRANSPORTATION SYSTEM THROUGH THE OPERATIONAL REVIEW OF ROUTES P1, AB1, AB2, AB3. *

AUTHORS: LAURA NATHALIA RINCÓN CARVAJAL
CAROLINA URQUIJO ROCHA **

KEYWORDS: Cargo profile, passenger index per kilometer, mobility, attributes.

DESCRIPTION:

The research work has the purpose of making an operational diagnosis to the P1, AB1, AB2 and AB3 routes of the Integrated Mass Transport System, Metrolínea S.A, allowing to determine the efficiency and performance they present and to have knowledge about which routes are operating in a suitable way and to contribute to the improvement in the subject of mobility in the Metropolitan Area of Bucaramanga. The information used to determine the characteristics of the routes was obtained from the field work carried out in the different sectors of Bucaramanga, depending on the route of the routes, using the method of "passenger ascending and descending". The specific objective of this method is to calculate the passenger demand that allows to examine the rate of passengers per kilometer and to perform a basic analysis that goes from determining each attribute of the routes of the Integrated System of Mass Transit to the comparative economic analysis between the tariff revenues and the operating costs of each route diagnosed according to the typology and determine the possible reasons for the monetary losses. With this analysis can also verify the correct operation of a route, whether it works as a route origin-destination or feeder route.

* Graduate Project

**Faculty of Physico-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Luis David Arévalo Durán, Civil Engineer.

INTRODUCCIÓN

La problemática de transporte público se describe en el Documento CONPES 3260 de la siguiente manera:

La situación actual del transporte público colectivo de pasajeros, presenta grandes deficiencias que limitan los niveles de productividad urbana y de calidad de vida en las grandes ciudades. Bajo este escenario se prevé que la demanda de transporte público disminuya, al menos en términos relativos a otros modos, debido a la mala calidad del servicio actual reflejada principalmente en altos tiempos de viaje, elevados niveles de accidentalidad e inseguridad, creando presiones sobre las autoridades locales para subir las tarifas y cubrir los altos e ineficientes costos de operación, sin que haya una mejora en la calidad del servicio. Así mismo, en el largo plazo, en la mayoría de las ciudades se presentará la tendencia a aumentar los niveles de propiedad y uso del automóvil privado incrementando la congestión de las ciudades.

En consecuencia, las Autoridades de Transporte han promovido sistemas de transporte público de pasajeros en las principales ciudades del país optando recientemente por apoyar la implementación de SITM, Sistemas Integrados de Transporte Masivo, que atraigan nuevos usuarios, mediante el diseño y ejecución de medidas que prioricen el transporte público y mejoren su calidad. El reto de las ciudades colombianas es reducir la tendencia a la utilización ineficiente del automóvil particular promoviendo que la movilidad de las personas se fundamente en la utilización de los vehículos de transporte público¹.

En ese sentido, el Sistema Integrado de Transporte Masivo, Metrolínea, se implementó como principal medio de transporte de los bumangueses en el año

¹ CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3260. Política nacional de transporte urbano y masivo. Bogotá, D.C. 2003, p 7.

2010², con el fin de mejorar la calidad de vida y contribuir con el desarrollo del área metropolitana de Bucaramanga; pero desde que inició su operación este sistema presentó muchas fallas causando un deterioro en su imagen que hasta el día de hoy no se ha podido superar debido a las externalidades negativas que surgieron a su paso³.

Es por esto que esta investigación se realizó con el propósito de brindar información actual del estado en que se encuentran algunas de las rutas que opera Metrolínea, a través de un diagnóstico operacional, que puedan servir como base para implementar propuestas que ayuden al mejoramiento de este servicio público.

Las rutas que se analizaron fueron 4, de las cuales 3 corresponden a rutas alimentadoras (AB1, AB2 y AB3) y 1 ruta pre-troncal o padrón (P1). El servicio de transporte que ofrecen las rutas alimentadoras en los diferentes sectores correspondientes deben de cumplir la función de integrar a sus usuarios al sistema, pero en muchos casos estas rutas se comportan de manera independiente debido a que no lo “alimenta” y que en muchas ocasiones podrían generar en los usuarios una sensación de confusión ya que no podrían identificar exactamente cuando está o no dentro del sistema.

² CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3298. Sistema integrado del servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros del área metropolitana de Bucaramanga. Bogotá, D.C. 2004, p 2.

³ MARTÍNEZ, Érika. En cinco errores iniciales está la crisis de Metrolínea [en línea]. Vanguardia. Bucaramanga. (22 de Marzo de 2012), párr. 4. [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/149037-en-cinco-errores-iniciales-esta-la-crisis-de-metrolinea>

1 JUSTIFICACIÓN

Las ciudades son entornos muy cambiantes en donde se presenta una rápida evolución en cuanto al desarrollo económico y el crecimiento de la población lo cual genera que la movilidad se convierta en otra necesidad colectiva, con esto es suficiente para considerar implementar un sistema de transporte masivo el cual su razón principal es el transporte eficiente y seguro para los usuarios y con esto aumentar la actividad económica de la ciudad. Para realizar un proyecto como este, Metrolínea, que se supone que debe generar un impacto positivo en la región, es indispensable tener una buena planeación pero esto no pasó debido a la temprana operación en donde no se tuvo en cuenta las posibles fallas que se podrían presentar y otras adversidades que se presentaron a la par como la competencia que tiene el sistema de Metrolínea con otros medios de transporte como lo son la piratería o transporte informal que opera de diferentes formas⁴:

- Vehículos particulares que prestan el servicio ilegal de transporte público.
- Taxis que funcionan como servicio colectivo en vez de servicio individual
- Buses de transporte público que aunque tienen tarjeta de operación no están autorizadas a operar.
- Moto taxismo, este tipo de piratería ha tomado auge y se ha posicionado sin control en varios sectores

Aumento del parque automotor que en el 2013 había un reporte de aproximadamente 480mil vehículos, contando carros particulares y motos, y para el 2016 se reportó que había más de 603mil automotores matriculados⁵ generando consigo una congestión vehicular que se evidencia días tras día.

⁴ BOLETÍN DE PRENSA METROLÍNEA. Gerente de Metrolínea hace un llamado a la ciudadanía a que utilice el SITM y las autoridades competentes a que ejerzan sus funciones. Bucaramanga. 2014, p 2.

⁵CHIO, Juan. En el área hay más de 603 mil automotores matriculados: Runt [en línea]. Vanguardia. Bucaramanga. (15 de Febrero de 2016), párr. 1. [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en

Estos fallos trajeron consigo un descontento en los ciudadanos debido al mal servicio que ofrece esta empresa ya sea por las largas esperas o por la cantidad de pasajeros acumulados en la mayoría de rutas y estaciones. Como se indica en el artículo publicado en la página de *Caracol Radio*⁶, al inicio del servicio de Metrolínea, solo se movilizó un 15 por ciento de los pasajeros, una cifra que es muy mínima en comparación a lo que se había proyectado en el Documento Conpes 3552⁷, generando un saldo en rojo y pérdidas días tras día. En la página *La República*⁸, el “boom” latinoamericano del transporte masivo provocó que varias ciudades copiaron el modelo de la Red Integrada de Transporte de Curitiba, en Brasil, en donde Bogotá fue el primero en implementar este modelo, por lo tanto este problema de transporte público no solo pasa en Bucaramanga, sino también en otras ciudades como Pereira, Barranquilla, Cali y Medellín en donde presentan un déficit financiero considerable, lo cual todo lo establecido en los documentos Conpes, no ha dado resultados como se había planeado.

Por tal motivo es necesario realizar un diagnóstico para las rutas P1, AB1, AB2 y AB3 del SITM en donde detectaremos la demanda actual y con esto se espera encontrar los atributos de la ruta que harán que sea eficiente, seguro, cómodo y tal vez más económico y así general una sensación de bienestar a la comunidad que utiliza el servicio.

Internet: <http://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/347342-en-el-area-hay-mas-de-603-mil-automotores-matriculados-runt>

⁶ Metrolínea, Más inversión que pasajeros: Megabus, sin demanda [en línea]. *Caracol Radio*. Bucaramanga. (21 de Marzo de 2012), párr. 1. [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: http://caracol.com.co/radio/2012/03/21/regional/1332330360_658004.html

⁷ CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3552. Sistema integrado de transporte masivo para Bucaramanga y su área metropolitana. Bogotá, D.C. 2008, p 7.

⁸ SOLANO, María. Sistema de transporte masivo, un modelo en aprietos [en línea]. *La República*. Bogotá. (24 de Septiembre de 2013), párr. 4. [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: <https://www.larepublica.co/economia/sistemas-de-transporte-masivo-un-modelo-en-aprietos-2063891>

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Verificar el comportamiento operacional de las rutas P1, AB1, AB2 y AB3 del SITM mediante el método de “Ascenso y Descenso” de pasajeros a cada una de las unidades transportadoras.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el perfil de carga de las rutas P1, AB1, AB2 y AB3 frente a la capacidad de la unidad transportadora.
- Analizar la longitud y el ciclo de la ruta P1, AB1, AB2 y AB3 en relación con la programación la velocidad de operación y el congestionamiento para determinar su desempeño.
- Examinar el índice de pasajeros por kilómetro de recorrido y su comportamiento frente a lo manifestado en los documentos Conpes para Metrolinea y los sistemas de transporte masivo.
- Determinar la flota operacional, efectiva y de reserva para cada una de las rutas diagnosticadas.
- Realizar un análisis preliminar económico de los ingresos tarifarios y los costos de operación de la ruta diagnosticada.

3 MARCO TEORICO

Se presentan las siguientes definiciones de los atributos que se determinaron para cada una de las rutas y demás terminologías que se trataron en esta investigación:

Índice de pasajeros por kilómetro: el IPK nos permite cuantificar la relación entre el número de pasajeros transportados y los kilómetros recorridos por la flota y con este índice podemos obtener un indicador de la productividad o eficiencia del sistema de movilidad en relación con la demanda y determinar si el sistema de movilidad posee un equilibrio entre los ingresos y los costos de operación⁹.

Demanda de pasajeros o movilidad: hace referencia a la cantidad de desplazamientos realizados por los ciudadanos en un determinado periodo, para acceder al sistema.

Longitud de recorrido: Hace referencia a los kilómetros que recorre en total desde el inicio y fin de la ruta en cada uno de sus respectivos recorridos.

Ciclo del recorrido: es el tiempo que demora el recorrido en ir a volver al punto de partida o despacho de la ruta. Este tiempo incluye las demoras en cada estación o tiempo de atención, entre otros.

Intervalo de frecuencia o paso: es una relación entre la capacidad del vehículo y la carga máxima, esta se determina para la hora pico y valle. Hace referencia a la frecuencia con la que un bus pasa por una determinada parada. Por lo tanto, entre menos sea este intervalo, será más atractivo para los usuarios, ya que garantiza

⁹ ÁREA METROPOLITANA CENTRO OCCIDENTE. Transporte y movilidad. Bogotá, D.C. 2013, p 1.

una menor espera para abordar el próximo bus lo cual contribuye a un ahorro en el tiempo de viaje.

Velocidad comercial, real o de recorrido: se obtiene de dividir la longitud de recorrido entre el ciclo, esta velocidad incluye todos los tiempos de congestión si se presentó, semáforos, ascenso y descenso de pasajeros entre otras.

Velocidad Operacional: solo tiene en cuenta los tiempos de ascenso y descenso de pasajeros o también lo que se denomina como tiempo de atención en cada parada y además los tiempos de aceleración y desaceleración de la flota en un tramo representativo del recorrido de la ruta.

Tanto para la velocidad comercial como la operacional se debe tener en cuenta lo que está estipulado en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM).

Perfil de Carga: Nos permite visualizar por medio de gráficas, el comportamiento de la demanda de pasajeros durante todo el recorrido, con esto podemos determinar el tramo más cargado.

Carga máxima: Es un variables que se determina a partir del perfil de carga de las rutas y es de gran importancia para poder determinar el intervalo de paso de los buses, esto para el escenario pico y valle, este se atributo se mide en pasajeros por hora o minutos lo cual dependiendo de la tipología de la flota su cálculo varia de la siguiente manera: Para el recorrido de los buses articulados y padrones se debe identifica los tramos en donde hubo más carga de pasajeros y su respectiva duración, y para los buses alimentadores debido a su objetivo principal de alimentar el sistema troncalizado, se debe tener en cuenta el total de pasajeros que ascendieron durante todo el recorrido.

Flota: La Cantidad de vehículos de las rutas se obtienen a partir de la relación entre el tiempo total de duración del recorrido y el intervalo de frecuencia o paso. Se pueden determinar tres tipos de flota:

- a) Flota operacional: Es la cantidad de vehículos necesarios para atender la demanda para un escenario pico y valle.
- b) Flota efectiva: Es el número de vehículos necesarios para atender la demanda en los periodos pico.
- c) Flota de Reserva: Corresponde al 10% de vehículos por efecto de mantenimiento

En cuanto a la Flota Total, corresponde a la suma de la flota de Reserva más la flota Efectiva.

Pasajeros transportados o movilizados: corresponde a todos los pasajeros que utilizaron el servicio ya sean pasajeros validados o no.

El Consejo Nacional de Política Económica y social: CONPES, es la máxima autoridad nacional que se encarga de la planeación y asesoramiento de proyectos relacionados con el desarrollo económico y social del país, a través del estudio y aprobación de los documentos para discutir en sesión. En estos documentos se encuentra toda la información relacionada con la política para el mejorar el servicio de transporte público urbano y masivo, en base a estos documentos podemos realizar una comparación en cuanto al índice de pasajeros por recorrido y demás análisis relacionado a la parte operacional¹⁰.

Sistema integrado de transporte masivo¹¹ o en sus siglas SITM se define en el Documento CONPES 3260:

¹⁰ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Consejo nacional de política económica y social, CONPES [en línea]. DNP. Bogotá. (26 de Diciembre de 2016), párr. 1. [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: <https://www.dnp.gov.co/CONPES/Paginas/conpes.aspx>

¹¹ CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3260, Op. Cit., p. 9.

Según el decreto 3109 de 1997, se entiende por transporte masivo de pasajeros la combinación organizada de infraestructura y equipos, en un sistema que cubre un alto volumen de pasajeros y da respuesta a un porcentaje significativo de las necesidades de movilización urbana. En el marco de esta definición, las principales metas que deben alcanzar los SITM que se ejecuten en el futuro con apoyo de la Nación son:

- Eliminar la “guerra del centavo” generando un cambio en el sistema de remuneración a través de la transformación de la estructura empresarial del transporte urbano, pasando de empresas afiladoras de vehículos a empresas propietarias de vehículos.
- Integrar física, tarifaria y operacionalmente la mayor parte de las rutas de la ciudad, teniendo en cuenta los criterios técnicos y financieros, y acorde con el programa de implantación del SITM adoptado. La integración puede incluir modos de transporte diferentes a los buses.
- Reordenar y coordinar las rutas de transporte público colectivo existentes con los servicios y rutas del nuevo SITM.
- Construir y/o adecuar la infraestructura requerida en los principales corredores del SITM.
- Desarrollar la operación basada principalmente en buses vehículos nuevos de alta capacidad, acordes con los niveles de demanda, y con tecnología de baja contaminación.
- Aumentar la velocidad promedio en los corredores troncales a niveles cercanos a 25 km/h, disminuyendo los tiempos de viaje de los usuarios.
- Coordinar la implantación de los SITM con acciones sobre el transporte público colectivo que sigue operando y el tráfico en general de modo que se mantengan las condiciones de movilidad y accesibilidad adecuadas.
- Eliminar la sobreoferta (chatarización).
- Aplicar esquemas de mercadeo de tiquetes y recaudo, ágiles y económicos.
- Impulsar un desarrollo urbano integral, mejorando el espacio público. 10

- Fortalecer y mejorar la coordinación entre las entidades locales (Autoridades de Transporte Masivo, Secretarías de Tránsito y Transporte y Áreas Metropolitanas, entre otras), para asegurar una mejor y más eficiente gestión.
- Controlar la prestación del servicio a través de las Empresas Gestoras, para asegurar la sostenibilidad del sistema, calidad del servicio al usuario y estándares de eficiencia mínimos.

En cuanto a la tipología de los buses que se manejan en este sistema, son tres tipos de buses que circulan por la ciudad con diferente capacidad de pasajeros¹², para nuestro estudio, vamos a diagnosticar 3 rutas alimentadoras (AB1, AB2 y AB3) y una ruta padrón (P1).

Articulado: Es el vehículo más grande que está compuesto por 2 vagones y en el centro tiene una especie de arcodeón que le permite maniobrar mucho mejor que un bus convencional, especialmente cuando debe realizar un giro. Tiene capacidad para 160 pasajeros. Es un bus de plataforma alta, es decir que accedemos a él a nivel, sin subir ningún escalón.

Padrón: Es un bus de un sólo cuerpo, muy grande, con capacidad para 90 pasajeros. Tiene una particularidad muy especial, y es la posibilidad que tiene de abordarlo a nivel por el lado izquierdo, igual que el articulado o por la parte derecha subiendo unos escalones, como los buses actuales, pero recuerden este bus es para 90 pasajeros.

Alimentador: Bus convencional como los que actualmente circulan por el área metropolitana, pero nuevos y estructurados de manera ordenada en su interior para prestar un mejor servicio. El bus alimentador tiene capacidad para 45 pasajeros.

¹² MUÑOZ, John. Tipos de buses [en línea]. Jornadas pedagógicas. Bucaramanga. (1 de Noviembre de 2009). [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: <http://jornadaspedagogicas.blogspot.com.co/2009/10/tipos-de-buses.html>

4 METODOLOGÍA

El proyecto se enfoca en calcular el índice de pasajeros por kilómetro, IPK, de algunas de las rutas que conforman el Sistema Integrado de Transporte Masivo de la ciudad de Bucaramanga y así poder analizar su comportamiento operacional comparando la información suministrada por el SITM y los datos adquiridos por el método de Ascenso y Descenso de pasajeros, el objetivo de este método es calcular la demanda de pasajeros que permite realizar un análisis básico que va desde determinar la demanda de viajes del Sistema Integrado de Transporte Masivo y culmina con el análisis preliminar económico comparativo entre los ingresos tarifarios y los costos de operación para cada ruta diagnosticada.

4.1 DEMANDA DE PASAJEROS DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO

Se inició con la búsqueda de información existente sobre las rutas P1, AB1, AB2 y AB3 en sitios web y en archivos suministrados por la entidad a cargo del SITM, para observar el funcionamiento de las diferentes rutas, frecuencias, horarios de atención y capacidad de los buses; una vez obtenida esa información se procede a realizar la exploración de las rutas e iniciar con los aforos. Implementado el método de ascenso y descenso de pasajeros, se asignaron dos personas para aforar un bus alimentador y cuatro personas para aforar un bus padrón. Este proceso se llevó a cabo en los días martes, miércoles y jueves, considerando estos días en los cuales la demanda de pasajeros fluye normalmente y así obtener datos representativos de los días hábiles procurando tomar adecuadamente la información en las horas valle y en horas pico.

El registro de la información se realizó en los formatos diseñados para tal fin, (ver Anexo A), en los cuales se registró la información de los pasajeros que ascendieron, descendieron, los pasajeros que iban a bordo, el inicio y fin de cada recorrido, así como la hora de llegada en cada parada. Posterior a ello se realizaron anotaciones

u observaciones que se consideren relevantes según los imprevistos ocurridos en los recorridos. En este mismo trabajo de campo, además, se determinaron lo que son los tiempos de aceleración y desaceleración de cada una de las rutas.

4.2 ESTRUCTURA DE LA OFERTA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO.

Con el fin de poder realizar una comparación entre la cantidad de flota calculada y la que según Metrolínea tiene asignada a cada ruta, se solicita al SITM de la ciudad de Bucaramanga, la cantidad de flota que actualmente maneja en las rutas P1, AB1, AB2 y AB3 para la demanda determinada en campo y determinar la capacidad de cada flota según la tipología.

4.3 INVESTIGACIÓN DEL IPK (ÍNDICE DE PASAJEROS POR KILÓMETRO)

Con base en la información obtenida previamente en los aforos se procede con el cálculo de los atributos de cada una de las rutas mediante el uso de la herramienta Microsoft Excel, con lo cual se obtendrá los valores del IPK para las rutas P1, AB1, AB2 y AB3 para determinar la eficiencia.

$$IPK = \frac{\text{demanda de pasajeros}}{\text{kilómetros recorridos}} \left[\frac{pas}{km} \right] \quad (1)$$

En el cálculo de los atributos se realizaron los perfiles de carga de cada ruta, con los que se pueden identificar los tramos más cargados a lo largo del recorrido para determinar la carga máxima correspondiente, los intervalos de paso, la flota operacional, efectiva y de reserva, la velocidad operacional y velocidad comercial de cada una de las rutas a partir del ciclo y longitud del recorrido, la cual se obtuvo de Google Maps. Para los atributos anteriormente nombrados, su cálculo se realizó de la siguiente manera:

Velocidad Comercial o Real:

$$V_{real} = \frac{\text{longitud recorrida} \left[\frac{km}{h} \right]}{\text{ciclo del recorrido}} \quad (2)$$

Velocidad Operacional:

$$V_{ope} = \frac{x_T}{\frac{x_T}{V_{m\acute{a}x}} + p * (t_a + t_d) + \sum_1^p T_a} \left[\frac{km}{h} \right] \quad (3)$$

En donde:

x_T = Longitud del tramo recorrido

$V_{m\acute{a}x}$ = Velocidad máxima en el tramo

p = número de paradas presentes en el tramo

t_a = Tiempos de aceleración en cada parada

t_d = Tiempos de desaceleración en cada parada

$\sum_1^p T_a$ = suma de los tiempos de atención en las paradas del tramo

Con la relación de estas dos velocidades se determina el desempeño de las rutas.

$$\beta = \frac{\text{Vel. Comercial}}{\text{Vel. Operacional}} * 100 \quad (4)$$

Carga máxima:

- Carga máxima para alimentadores:

$$Carga_{m\acute{a}x} = \frac{\text{total ascenso de pasajeros} \left[\frac{pas}{min} \right]}{\text{duración total del recorrido}} \quad (5)$$

- **Carga máxima para padrones:**

$$Carga_{m\acute{a}x} = \frac{\text{pasajeros m\acute{a}ximos a bordo}}{\text{duraci\acute{o}n del tramo}} \left[\frac{\text{pas}}{\text{min}} \right] \quad (6)$$

Intervalos de paso:

$$\text{Intervalo} = \frac{\text{capacidad del bus}}{\text{carga m\acute{a}xima}} [\text{min}] \quad (7)$$

4.4 FLOTA TOTAL, NECESARIA Y SUFICIENTE

De acuerdo con el perfil de carga diagnosticado, se calcula la flota a partir de la relación del tiempo total de duración del recorrido y el intervalo de frecuencia o paso. Se pueden determinar tres tipos de flota:

Flota operacional: Es la cantidad de vehículos necesarios para atender la demanda para un escenario pico y valle.

Flota efectiva: Es el número de vehículos necesarios para atender la demanda en los periodos pico.

Flota de Reserva: Corresponde al 10% de vehículos por efecto de mantenimiento. En cuanto a la Flota Total, corresponde a la suma de la flota de Reserva más la flota Efectiva.

$$\text{Flota} = \frac{\text{ciclo}}{\text{intervalo}} [\text{und}] \quad (8)$$

4.5 ANÁLISIS PRELIMINAR ECONÓMICO

Desarrollar un análisis económico acerca de las siguientes variables (en esta parte del proceso se requiere contar con información otorgada por SITM de la ciudad de Bucaramanga):

- Análisis de la tarifa actual del SITM.
- Análisis de los costos de operación de la ruta por kilómetro tomando en cuenta las características propias de cada ruta.
- Análisis preliminar comparativo entre los ingresos tarifarios y los costos de la operación de cada ruta diagnosticada.

5 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS RUTAS DE ESTUDIO

Para este diagnóstico se requiere de una buena planeación para obtener los datos necesarios para proceder en la ejecución del proyecto, por lo tanto se debe de conocer muy bien que ruta es la que se va a estudiar, la cantidad de paradas que deben hacer según las que Metrolínea tiene programadas para estas rutas, esto con el propósito de determinar la cantidad de personal (aforadores) necesario para esta recolección de datos, su capacitación y programación. Estos aforadores se ubicaron cerca de las puertas para facilitar la labor y confiabilidad del registro de los datos.

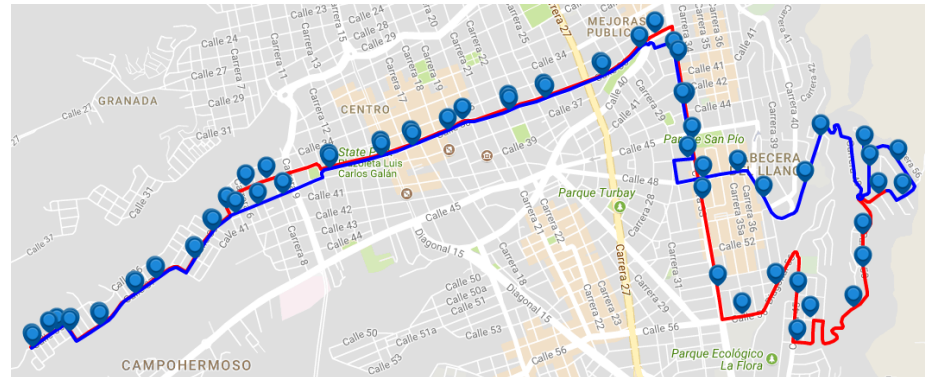
Por lo tanto las siguientes rutas alimentadoras y la ruta padrón a estudiar operan de la siguiente manera en la ciudad de Bucaramanga:

5.1.1 Ruta AB1:

La ruta consta de 63 paradas, cuyo recorrido de ida tiene origen en el barrio La Joya y destino el Barrio Terrazas, sus paradas más representativas en este sentido son: Calle 36, Calle36 con Carrera 1, Carrera 33 y UNAB.

El recorrido de regreso tiene origen en el Barrio Terrazas y termina en el barrio la Joya, las paradas más representativas son: Calle 56, Carrera 33, Calle 36 con Carrera 15, Calle 36 y barrio la Joya.

Figura 1 Ruta AB1.

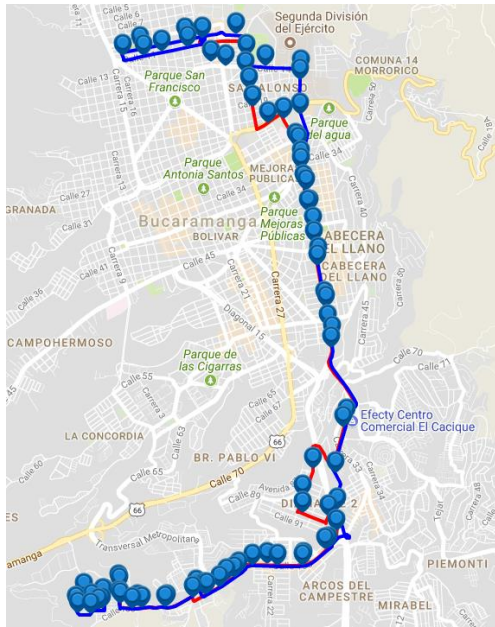


Fuente: Página Web de Metrolínea S.A

5.1.2 Ruta AB2:

La ruta AB2 tiene un número de 81 paradas, su recorrido de ida tiene origen en el barrio El Porvenir y destino en el Parque Estación UIS, las paradas más representativas son: Calle 105, estación Provenza Oriental, centro comercial el cacique, Carrera 33, MegaMall, estadio, colegio Bethlemitas y Estación parque UIS.

Figura 2 Ruta AB2.



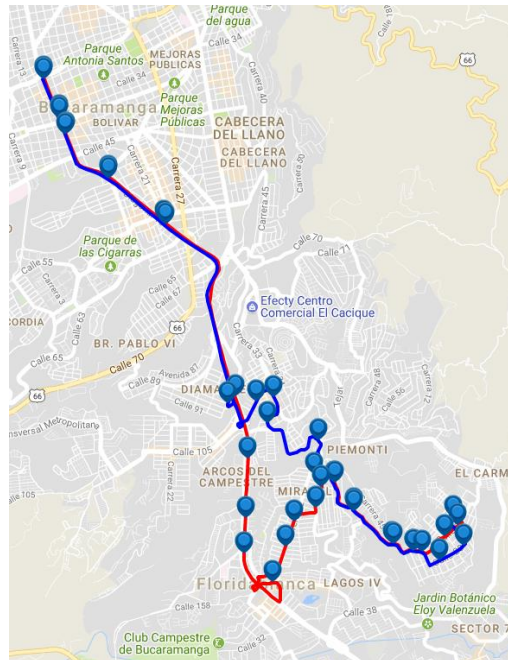
Fuente: Página Web de Metrolínea S.A

El recorrido de regreso inicia en el Parque Estación UIS y termina de nuevo en el barrio porvenir, las paradas más representativas son: Hospital Universitario, Carrera 33, viaducto la flora, barrio Diamante, Estación Provenza occidental, Calle 105. Esta ruta alimentadora su comportamiento es como la de un bus padrón debido a su longitud tan amplia y ciclo de recorrido muy grande.

5.1.3 Ruta AB3:

La ruta AB3 consta de 26 paradas, el recorrido de ida tiene inicio en el barrio La Victoria y destino en el Parque de las Cigarras, las paradas más representativas son: el colegio la Salle, Carrera 17E, conjunto Torcoroma y en el recorrido de regreso inicia en ciudadela Real de Minas y las paradas son: centro comercial Acrópolis, centro comercial la islas, la isla, parque corona, colegio la Salle y termina en el barrio La Victoria.

Figura 4 Ruta P1.



Fuente: Página Web de Metrolínea S.A

El recorrido de regreso inicia en La Cumbre, los puntos principales por donde pasa son: Santa Ana, Ciudad valencia, Cañaveral, puente de Provenza, autopista Bucaramanga-Florida blanca y Carrera 15 culminado en la estación de Quebradaseca.

5.2 ESCENARIOS DE ESTUDIO

En los escenarios de estudio se mencionó que la recolección de datos se realizará de tal manera de obtener información que abarque tanto horas valle como pico, por lo tanto para cada uno de estos escenarios el rango de horas que se manejó fueron los siguientes:

- Hora pico: Denominación que se le da al periodo de tiempo, no necesariamente una hora, en el que regularmente se producen congestiones.

Tabla 1 Horas Pico.

Hora Pico	
Jornada	Hora
Mañana	6 am - 8 am
Medio Día	12 m - 2 pm
Noche	5 pm - 8 pm

Fuente. Elaboración propia

- Hora Valle: Se refiere a las horas en las que regularmente se produce una disminución en el uso del SITM.

Tabla 2 Horas Valle.

Hora Valle	
Jornada	Hora
Mañana	8 am - 12 m
Tarde	2 pm - 5 pm

Fuente. Elaboración propia

Para el escenario promedio, se determina promediando los datos de todos los recorridos realizados en cada ruta.

5.3 FLOTA PROGRAMADA POR METROLÍNEA

Las flotas para el transporte de pasajeros de Metrolínea, está a cargo de dos empresas operadoras, Movilizamos S.A y Metrocinco Plus S.A, las cuales tiene la siguiente distribución de las unidades transportadoras por tipología:

Tabla 3 Parque automotor habilitado.

TIPO DE VEHICULO	ARTICULADO	PADRON	ALIMENTADOR
METROCINCO plus	17	61	58
MOVILIZAMOS	12	37	44
TOTAL	29	98	102

Fuente. Transporte de pasajeros en el área metropolitana de Bucaramanga.

De las cuales a las rutas alimentadoras AB1, AB2 y AB3 y la Padrón P1, tienen en operación los días hábiles, según información suministrada por la entidad cargada:

Tabla 4 Distribución de la flota para las rutas analizadas.

TIPOLOGÍA	RUTA	DISTRIBUCIÓN FLOTA	BUSES x OPERADOR	
			Metro5	Movilizamos
Padrón	P1	8	-	8
Alimentador	AB1	7	-	7
Alimentador	AB2	13	13	-
Alimentador	AB3	2	-	2

Fuente. Suministrada por director técnico de planeación de Metrolínea S.A.

La capacidad de pasajeros que tienen estas flotas por su tipología es:

Tabla 5 Capacidad.

Tipologia	Cant. Pasajeros
Articulado	160
Padrón	90
Alimentador	45

Fuente: Información suministrada por director técnico de planeación de Metrolínea S.A.

5.4 DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA SEGÚN EL IPK

El IPK es uno de los indicadores que nos permite determinar la eficiencia de las rutas y es de mayor relevancia para la discusión y definición de tarifas, ya que nos permite determinar el volumen de pasajeros conveniente para poder lograr un equilibrio en el sistema que garanticen una sostenibilidad en términos económicos, sociales y de movilidad¹³, por lo tanto la siguiente tabla nos indica la relación entre el IPK y la eficiencia:

¹³ OBSERVATORIO METROPOLITANO Y ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA. Transporte de pasajeros en el área metropolitana de Bucaramanga. Bucaramanga, 2014. p. 2.

Tabla 6 Rangos de eficiencia.

EFICIENCIA	
RANGO IPK	CALIFICACION
0-1	Pésimo
1-2	Malo
2-3	Regular
3-4	Aceptable
4-5	Bueno
5-6	Optimo
>6	Consolidado

Fuente. Elaboración propia en base al proyecto "Planteamiento de la propuesta de mejoramiento del SITM y STPC. –Cotrausan. Bucaramanga, 2017".

La clasificación de la tabla anterior se utilizó para el diagnóstico de cada ruta estudiada a partir de la información recolectada por el método de ascenso y descenso de pasajeros y con base a esto poder establecer posibles propuestas que puedan contribuir en la optimización de estas rutas. Las diferentes clasificaciones se pueden interpretar de la siguiente manera¹⁴:

- a) Pésimo: Se puede considerar la suspensión de la ruta y aprovechar el parque automotor para otra ruta eficiente.
- b) Malo: Realizar integración con el transporte convencional para que cubra la demanda en las horas valle.
- c) Regular: Considerar realizar una integración con el transporte convencional para que cubra la demanda en las horas valle.
- d) Aceptable: Realizar una revisión de los atributos de la ruta y a partir de ello poder estimar una mejora.
- e) Bueno: La ruta puede seguir en funcionamiento aunque realizar una revisión en sus atributos, como el intervalo de paso y la flota, además determinar cuáles paradas se podrían eliminar para que sea más rápida la ruta.
- f) Optimo: Dejarla como esta, realizar revisión de sus atributos como su intervalo de paso para evitar que los buses sobrepasen su capacidad.

¹⁴ ARÉVALO DURÁN, Luis. Planteamiento de la propuesta de mejoramiento del SITM y STPC. Bucaramanga, 2017. p. 37.

- g) Consolidado: Dejarla como esta, revisar el intervalo de paso para que la flota no sobrepase su capacidad.

Según el IPK proyectado para Metrolínea S.A, este no debe ser inferior a 4 para poder garantizar un equilibrio económico sostenible para el SITM¹⁵.

5.5 ANÁLISIS PRELIMINAR ECONÓMICO SEGÚN LA TIPOLOGÍA

Para el análisis preliminar económico, se parte del valor actual de la tarifa para el ingreso al SITM, el cual tiene un valor de \$ 2,100.00, por lo tanto a partir de la recolección de datos que se realizó se plantea analizar si existe un equilibrio o desequilibrio entre los ingresos económicos que presenta cada ruta y los costos operacionales que depende de la tipología de la flota.

Se tiene en cuenta que en el caso de los alimentadores los pasajeros que transporta son validados y en el caso del padrón en la mayoría de su recorrido sus pasajeros también son validados, solo en la estación de Provenza se puede presentar que alguno de los pasajeros que ingresan a esta ruta realizan transferencia, que para nuestro proyecto no será relevante por lo cual consideramos que en todo su recorrido todos los usuarios son validados.

El análisis económico realizado en esta investigación se tuvo en cuenta tanto los costos generados por el pago de los operadores por kilómetro recorrido, como los costos correspondientes al pago de la entidad recaudadora, de control y las ganancias del ente gestor Metrolínea S.A y demás. El siguiente cuadro se presenta la distribución de la tarifa que se maneja en el presente año la cual se utilizó para este análisis económico¹⁶:

¹⁵ CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3260, Op. Cit., p. 14.

¹⁶ METROLÍNEA S.A. Presupuesto de ingresos y gastos. Bucaramanga, 2016. p. 1.

Tabla 7 Distribución porcentual de la tarifa vigente.

DISTRIBUCIÓN DE LA TARIFA		
ENTIDAD	PORCENTAJE DE PARTICIPACION	
TISA	13.50%	Del recaudo total
METROLÍNEA S.A	6.85%	
FUNCIONAMIENTO SITM (Adecuación, Mantenimiento de la operación y convenio de la Policía Nacional)	4.79%	
CONTINGENCIAS JUDICIALES	1.87%	
AMB	\$5	Por validación
METROCINCO	Valor (\$)	Por Km recorrido según la topología del vehiculo
MOVILIZAMOS	Valor (\$)	

Fuente. Elaboración propia con información suministrada por Metrolínea.

En cuanto a los costos de operación, el SITM maneja tres valores dependiendo de la tipología del vehículo las cuales son las siguientes:

Tabla 8 Costos de operación según la tipología de vehículo.

TIPOLOGÍA	\$ / Km
Alimentadores	\$ 3,597.18
Padrones	\$ 3,905.71
Articulados	\$ 5,630.97

Fuente. Elaboración propia con información suministrada por Metrolínea.

6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Siguiendo la metodología descrita, a continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de los datos tomados en campo y una comparación frente a la información suministrada por Metrolínea S. A y los documentos CONPES.

6.1 COMPORTAMIENTO DE LAS VELOCIDADES

6.1.1 Velocidad Comercial:

Después de haber obtenidos en campo los datos que se requieren para el cálculo de los atributos de las rutas estudiadas, se hizo un registro de estos para su procesamiento, del cual se realizaron los cálculos respectivos, en donde primero se determinó para cada ruta la demanda máxima y mínima correspondiente de cada escenario de análisis (pico, valle y promedio) luego la longitud y duración de cada recorrido para con esto obtener primero la velocidad comercial correspondiente a cada escenario usando la ecuación 2.

Tabla 9 Demanda de pasajeros.

TIPOLOGÍA	RUTA	ESCENARIO	DEMANDA MÁXIMA Pasajeros
Padrón	P1	Pico	183
		Valle	93
		Promedio	129
Alimentador	AB1	Pico	76
		Valle	23
		Promedio	49
Alimentador	AB2	Pico	151
		Valle	80
		Promedio	110
Alimentador	AB3	Pico	40
		Valle	5
		Promedio	18

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 10 Velocidad comercial.

RUTA	ESCENARIO	LONGITUD Km	CICLO Min	VELOCIDAD COMERCIAL Km / hr
P1	Pico	21.74	69	18.9
	Valle	21.74	61	21.38
	Promedio	21.74	64	20.38
AB1	Pico	16.51	73	14
	Valle	16.51	61	16
	Promedio	16.51	72	14
AB2	Pico	24.51	122	12
	Valle	24.51	108	14
	Promedio	24.51	110	13
AB3	Pico	5.19	27	12
	Valle	5.19	23	14
	Promedio	5.19	22	14

Fuente. Elaboración propia

En el caso del alimentador AB2, posee una longitud extensa para su tipología con ciclos de larga duración, lo cual no son características propia para una ruta alimentadora.

6.1.2 Velocidad Operacional:

En cuanto a las velocidades comerciales que se determinaron, estas rutas manejan velocidades que están dentro del rango que se sugieren en la tabla 11, Capacidad teórica en corredores de transporte público por sentido de circulación¹⁷, para el P1 debe manejar velocidades entre 10 a 35 km/h en los tramos en donde transita por carril exclusivo y en los tramos compartidos, velocidades entre 10 a 30 km/h y para el caso de los alimentadores, sus velocidades deben oscilar entre 10 a 30 km/h dado que en todo su recorrido estos deben compartir carril.

¹⁷ CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3167. Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros. Bogotá, D.C. 2002, p 35.

Tabla 11 Capacidad teórica en corredores de transporte público.

Medio de transporte urbano	Velocidad comercial (Km/h)	Intervalo mínimo de seguridad (seg/veh)	Ancho de la vía para transitar (m)	Capacidad nominal unitaria (puestos/veh)	Capacidad por canal de circulación (Veh/h)	Densidad máxima (vehículo/km/carril)	Capacidad global por índice de ocupación (pas/h/sentido)			
							100%	67%	50%	30%
Automóvil	40-50	2	3,0	5	1.800	45	9.000	6.000	4.500	2.700
Microbus	20-40	10	3,0	15	360	18	5.400	3.600	2.700	1.620
Buseta	20-35	15	3,0	32	240	12	7.680	5.120	3.840	2.304
Bus convencional	10-30	30	3,0	75	120	12	9.000	6.000	4.500	2.700
Bus de gran tamaño	10-35	30	3,0	105	120	12	12.600	8.400	6.300	3.780
Bus articulado	10-35	30	3,0	160	120	12	19.200	12.800	9.600	5.760
Bus articulado ¹	25	13	6,5	160	280	6	44.800	29.867	22.400	13.440
Tren liviano ²	20-50	45	3,0	300	80	4,0	24.000	16.000	12.000	7.200
Metro ²	30-40	90	3,0	1.500	40	1,3	60.000	40.000	30.000	18.000
Tren suburbano ²	40-60	120	3,0	2.000	30	3,0	60.000	40.000	30.000	18.000

1. Con dos carriles por sentido, tipo TransMilenio en la Av Caracas.

2. Capacidad nominal unitaria de acuerdo con convoy convencional.

Fuente. Departamento Nacional de Planeación, Documento CONPES 3167.

En cuanto a las velocidades operacionales, los tiempos de atención, aceleración y desaceleración fueron tomados en campo para este fin procurando tomar los tiempos para un escenario pico y valle, en el caso de los alimentadores este registro se hizo a lo largo de todo su recorrido y en el caso del P1 se determinaron los tramos más críticos en donde se puede ver más afectada la velocidad operacional como aquellas estaciones en donde hay más tiempo de atención, como ocurre en el sector de Quebradaseca y Estación Provenza. Empleando la ecuación 3, se obtuvieron las siguientes velocidades:

Tabla 12 Velocidades operacionales.

TIPOLOGÍA	RUTA	ESCENARIO	VELOCIDAD OPERACIONAL Km / hr
Padrón	P1	Pico	39.7
		Valle	42.2
Alimentador	AB1	Pico	16
		Valle	23.6
Alimentador	AB2	Pico	13.6
		Valle	18.4
Alimentador	AB3	Pico	14.7
		Valle	23

Fuente. Elaboración propia

Otras de las variables que se tienen en cuenta para el cálculo de estas velocidades, es la Velocidad máxima que adquiere la flota en el tramo estudiado, tanto para el escenario pico y valle, la cual es medida a partir del velocímetro que poseen los vehículos.

Para el Padrón P1 la máxima velocidad alcanzada fue de 80 km/h, esta velocidad se manejó en un sector del barrio la cumbre y desde la estación la isla hasta la estación Provenza, este valor no varió para los dos escenarios ya que en estos dos sectores son escenario abiertos en donde por ser la hora pico no presentan congestiones y sobre todo porque transita por el carril exclusivo.

Por otro lado, en las rutas alimentadoras debido a que en su recorrido atravesaban por zonas comerciales y residenciales, se presentó una variación en la velocidad máxima en las horas pico, variando entre 20 y 30km/h, debido al congestionamiento, paradas por semáforos y señales de tránsito. Estas velocidades van acorde a la zona urbana y tamaño de la ciudad¹⁸.

¹⁸ CAL Y MAYOR, Rafael y CÁRDENAS, James. Ingeniería de tránsito: Fundamentos y aplicaciones. México, Distrito Federal, México: Alfaomega, S.A de C.V., 1995. p 205.

Tabla 13 Clasificación arterial.

CLASIFICACION ARTERIAL				
Velocidades	I	II	III	
Intervalos de variación de la velocidad libre en Km/hora	72,4 a 56,3	56,3 a 48,3	56,3 a 40,2	
Velocidad libre normal	64,4	53,1	43,4	
NIVEL DE SERVICIO	VELOCIDAD MEDIA DE RECORRIDO			V. ASUMIDA
A	Mayor o igual a 52,3	Mayor o igual a 48,3	Mayor o igual a 40,2	40,20
B	Mayor o igual a 45,0	Mayor o igual a 38,6	Mayor o igual a 30,6	30,60
C	Mayor o igual a 35,4	Mayor o igual a 29,0	Mayor o igual a 29,9	29,90
D	Mayor o igual a 27,4	Mayor o igual a 22,5	Mayor o igual a 14,5	14,5
E	Mayor o igual a 20,9	Mayor o igual a 16,1	Mayor o igual a 11,3	11,3
F	Menor a 20,9	Menor a 16,1	Menor a 11,3	11,3

Fuente. Highway Capacity Manual, HCM.

A partir de estas velocidades operacionales se puede estimar el nivel de servicio que tienen las rutas, para el caso del P1 que tiene una velocidad operacional de 39.7 y 42.2 km/h, su nivel de servicio está entre A y B y esto logra debido a que en la mayor parte de su recorrido hace uso del carril exclusivo y para las rutas alimentadoras, estas manejan niveles de servicio entre D y E.

6.1.3 Desempeño:

A partir de las velocidades comerciales y operacionales obtenidas, se determina el desempeño de cada ruta mediante la relación entre la velocidad comercial y la operacional (Ecuación 4), obteniendo los siguientes valores:

Tabla 14 Desempeño.

TIPOLOGÍA	RUTA	ESCENARIO	DESEMPEÑO
Padrón	P1	Pico	48%
		Valle	51%
Alimentador	AB1	Pico	85%
		Valle	69%
Alimentador	AB2	Pico	89%
		Valle	74%
Alimentador	AB3	Pico	78%
		Valle	59%

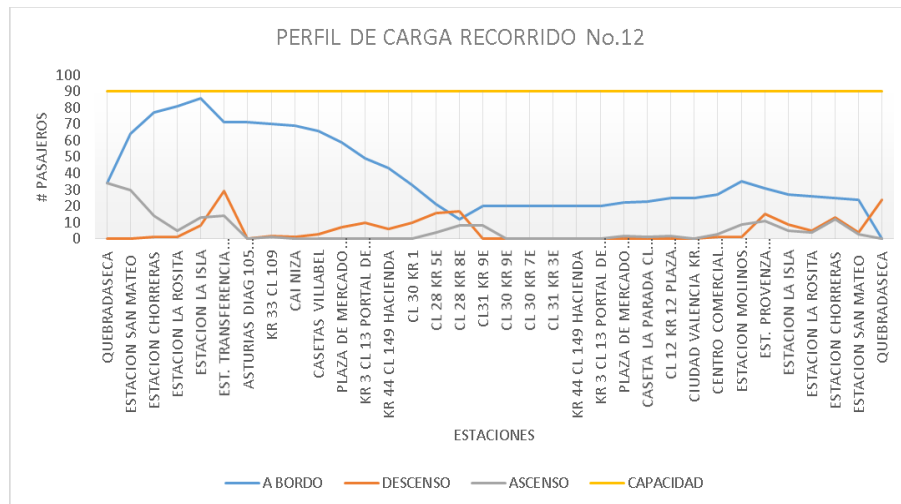
Fuente. Elaboración propia.

6.2 ANÁLISIS DE LOS PERFILES DE CARGA Y CARGA MÁXIMA

Antes de obtener los intervalos o frecuencias de paso, es indispensable la realización de los perfiles de carga, para el escenario pico, valle y promedio, con el fin de poder determinar los tramos críticos de las rutas.

6.2.1 Perfil de carga ruta P1:

Figura 5 Perfil de carga Ruta P1 en hora pico.

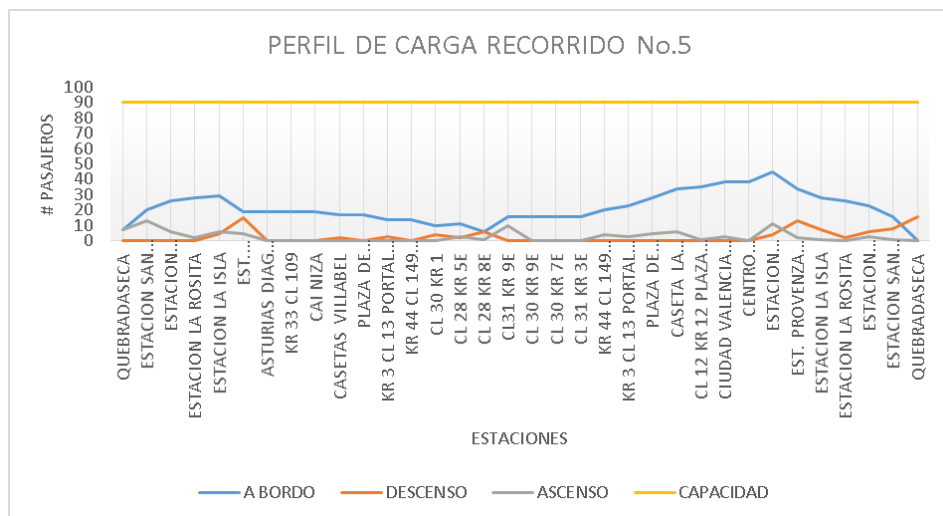


Fuente. Elaboración propia.

El recorrido número 12 de la ruta P1, fue donde se presentó el mayor pico. Obtuvo una demanda de 183 pasajeros que ascendieron al servicio.

Este comportamiento se presentó en la hora pico de 5:56 pm hasta las 7:05 pm, en donde se puede observar que los usuarios a esa hora que laboran en la zona centro de Bucaramanga, retornan hacia sus lugares de residencia, sector de la Cumbre y Villabel y muy un pocos usuarios se dirigen hacia el norte. Durante este recorrido se presentó un total de 86 usuarios dentro del vehículo llegando casi a la capacidad de pasajeros de la flota (90 pasajeros).

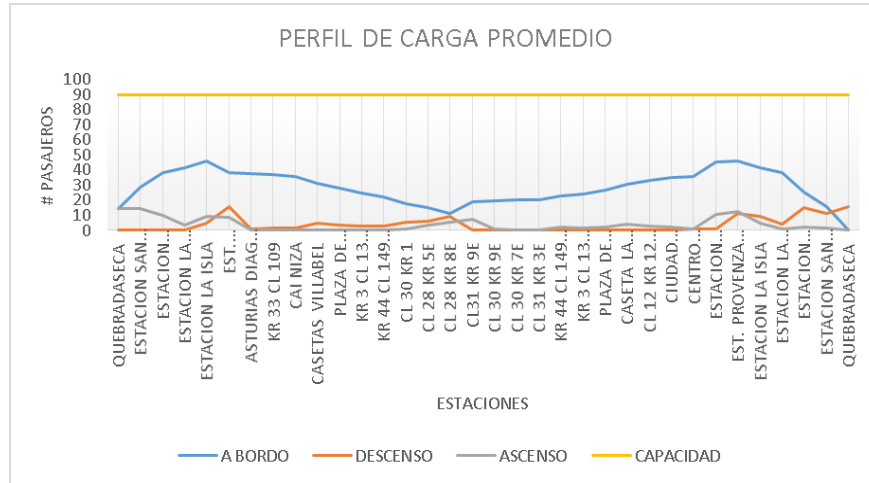
Figura 6 Perfil de carga Ruta P1 en hora valle.



Fuente. Elaboración propia.

En este escenario se presentó entre las horas de 9:39 am y 10:40 am, en donde hubo la menor demanda con un total de 93 pasajeros. En este recorrido se evidenció un comportamiento algo equitativo entre los usuarios que ingresaban al sistema desde la zona centro hasta el barrio la Cumbre y los usuarios que partían desde este mismo punto hasta el centro de la ciudad.

Figura 7 Perfil de carga promedio Ruta P1.

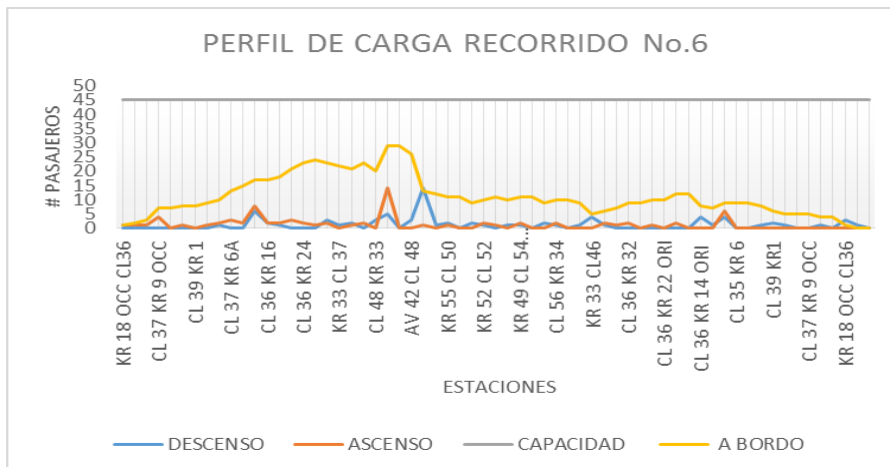


Fuente. Elaboración propia.

En cuanto al perfil promedio se observa que el origen y destino asignado a esta ruta, atiende a la demanda de los pasajeros que salen desde Quebradaseca a la Cumbre y viceversa.

6.2.2 Perfil de carga ruta AB1:

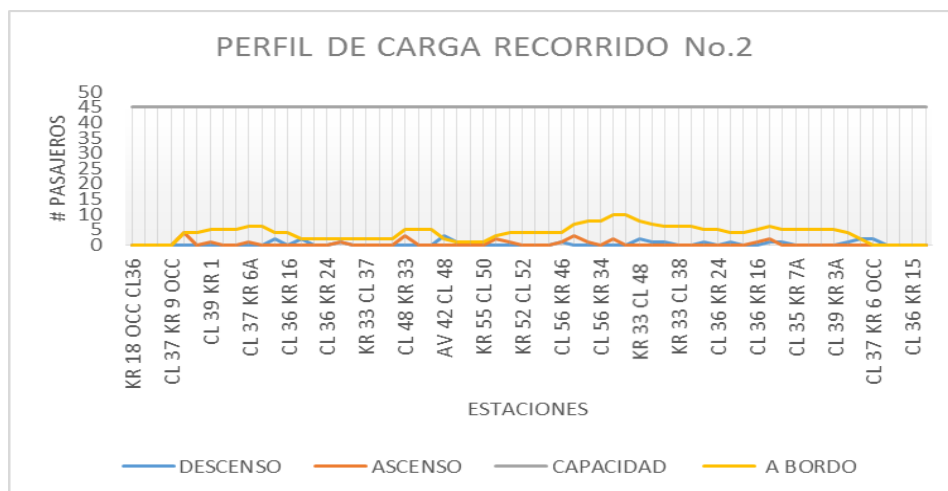
Figura 8 Perfil de carga Ruta AB1 en hora pico.



Fuente. Elaboración propia.

Esta ruta obtuvo la demanda máxima de pasajeros durante el recorrido número 6, es cual fue de 76 pasajeros, de los cuales según la gráfica, 29 pasajeros fue el número máximo que estuvo a bordo durante un tramo del recorrido sin sobrepasar la capacidad de la flota alimentadora (45 pasajeros). Este escenario se presentó entre la 1:14 pm y las 2:27 pm.

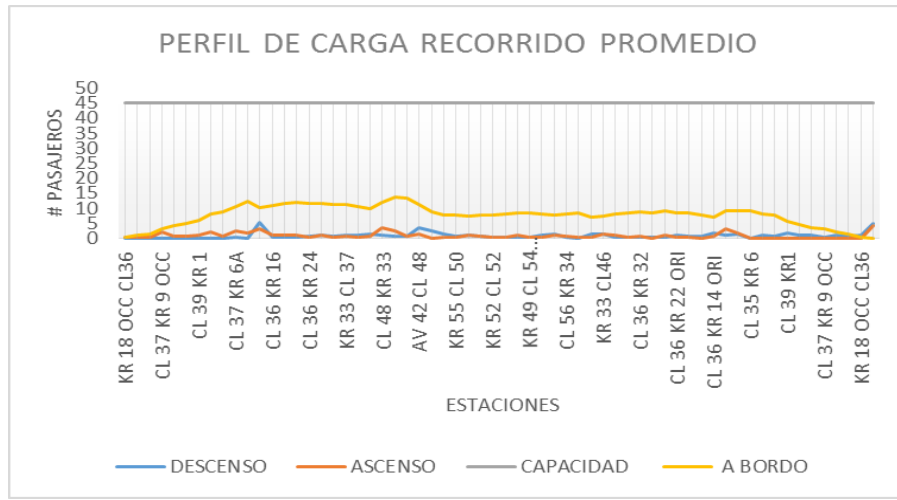
Figura 9 Perfil de carga Ruta AB1 en hora valle.



Fuente. Elaboración propia.

La menor demanda presentada en la hora valle durante este recorrido fue de 23 pasajeros y el máximo número de pasajeros a bordo solo fue de 10 personas y esto fue en la carrera 33. Gran parte de su recorrido hubo tramos en donde no ascendieron pasajeros. Este escenario se presentó desde las 8:12 am hasta las 9:13 am.

Figura 10 Perfil de carga promedio Ruta AB1.

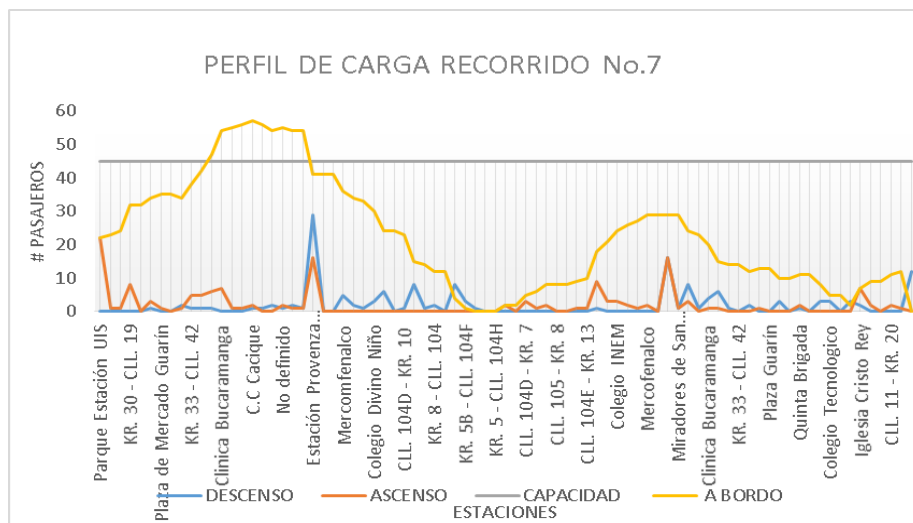


Fuente. Elaboración propia.

En el perfil de carga promedio se puede evidenciar un comportamiento continuo de pasajeros a bordo, sin presentar estaciones en donde todos desciendan, en comparación con el comportamiento de la ruta padrón.

6.2.3 Perfil de carga ruta AB2:

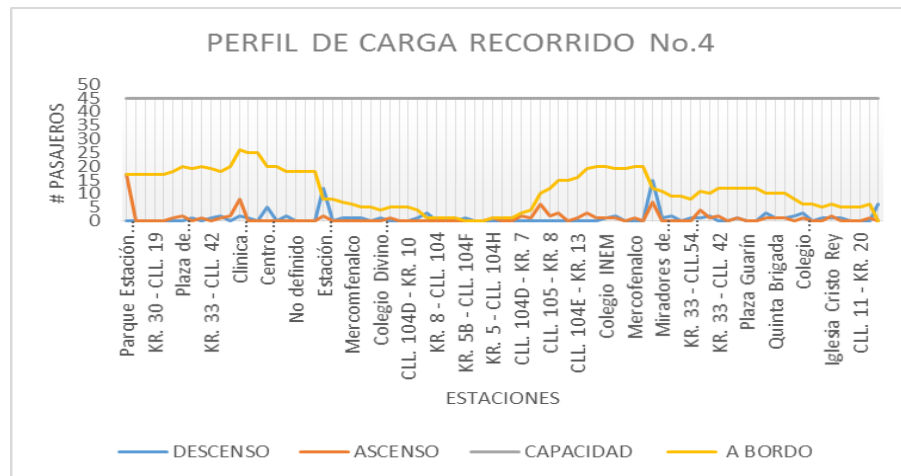
Figura 11 Perfil de carga Ruta AB2 en hora pico.



Fuente. Elaboración propia.

En este perfil de carga es evidente que se presentó un sobrecupo en el alimentador, ya que el número máximo de pasajeros que hubo a bordo fue de 57. La hora pico en donde se presentó esta incomodidad en los pasajeros fue entre las 4:02 pm y las 6:04 pm. La ruta AB2 en este recorrido presento una demanda de 151 pasajeros. En todos sus recorridos, este alimentador se comportó como una ruta de origen destino, debido a que después de la estación Provenza culminaba el destino de los pasajeros ya que allí no había pasajeros a bordo.

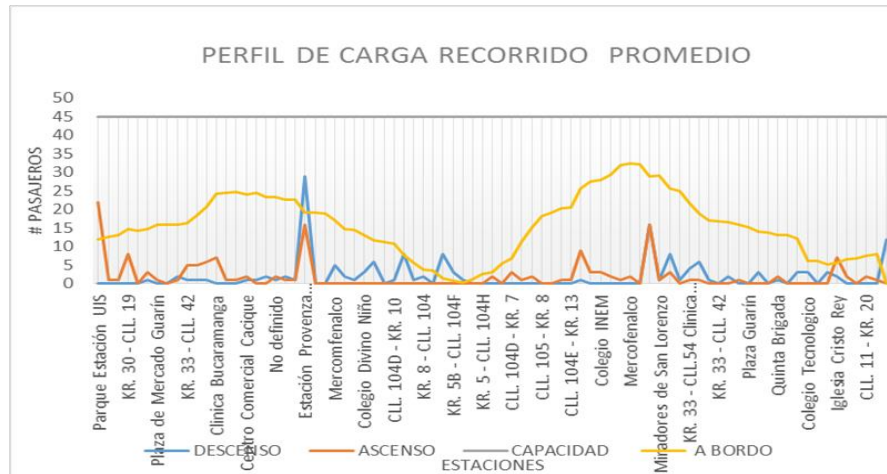
Figura 12 Perfil de carga Ruta AB2 en hora valle.



Fuente. Elaboración propia.

La demanda presentada en la hora valle fue de 80 pasajeros, la cual no es una baja demanda en comparación con los demás alimentadores. Este escenario ocurrió entre las 10:20 am hasta las 12:08 pm, conservando el mismo comportamiento como en la hora pico. El máximo número de pasajeros a bordo fue de 26.

Figura 13 Perfil de carga promedio Ruta AB2.

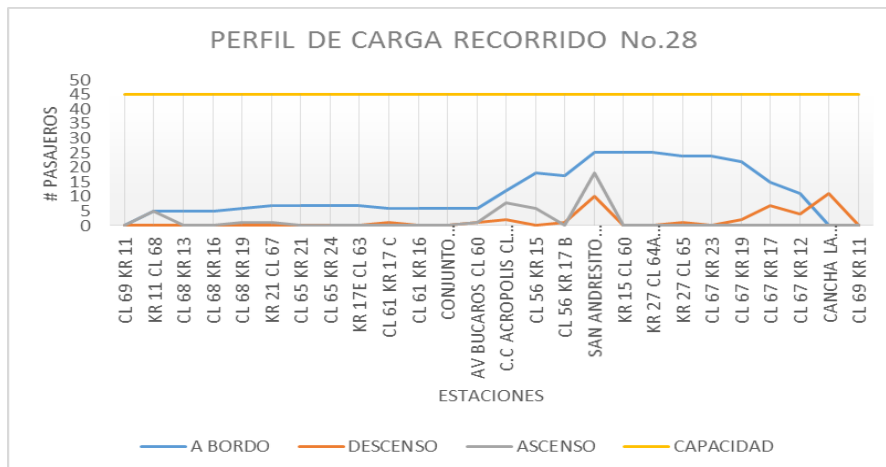


Fuente. Elaboración propia.

Con los perfiles de carga promedio de las rutas, se puede observar un comportamiento similar entre la Ruta P1 y AB2, en donde el AB2 se comporta como una ruta de origen destino como el P1.

6.2.4 Perfil de carga ruta AB3:

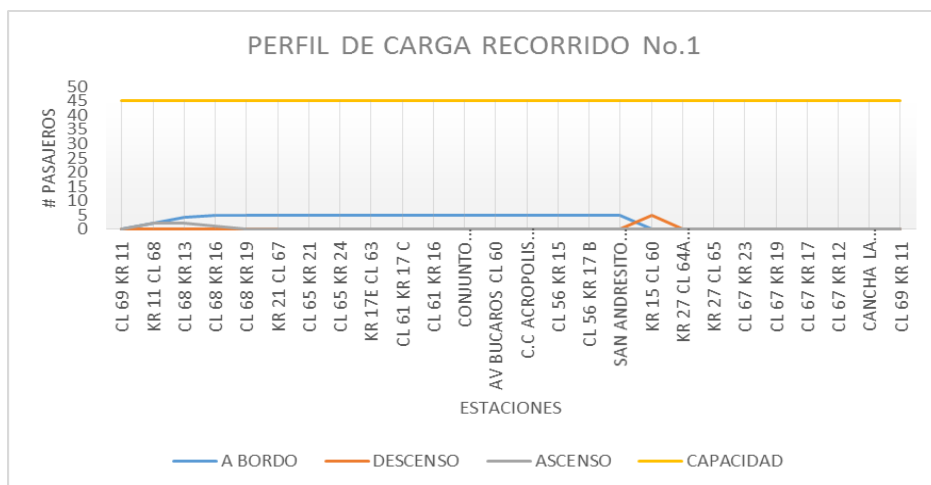
Figura 14 Perfil de carga Ruta AB3 en hora pico.



Fuente. Elaboración propia.

Este recorrido obtuvo una demanda de 40 pasajeros, en donde el máximo número de pasajeros a bordo fue de 25. Este recorrido se realizó entre las 2:04 pm y las 2:31 pm. En los recorridos analizados en la jornada de la tarde presentan este mismo comportamiento, en donde hay un mayor número de pasajeros a bordo, comenzando a aumentar el ascenso de pasajeros a partir de la estación Avenida los Bucaros.

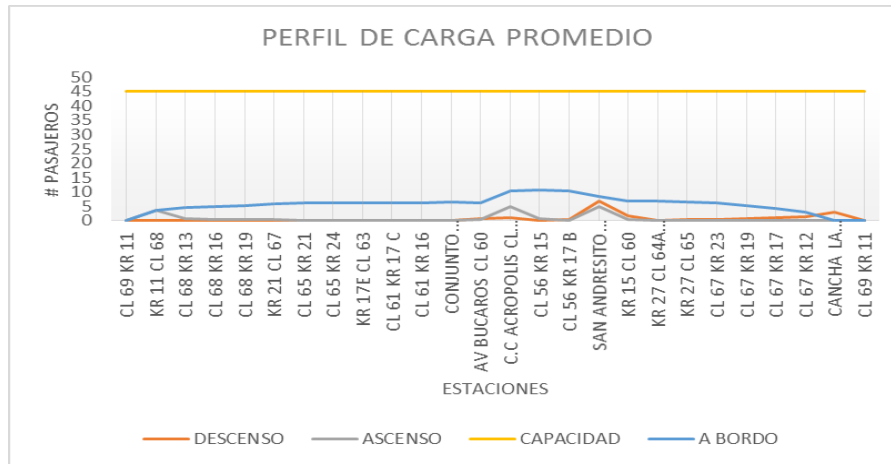
Figura 15 Perfil de carga Ruta AB3 en hora valle.



Fuente. Elaboración propia.

Este fue el alimentador en donde se presentó una demanda muy pobre de solo 5 pasajeros los cuales descendieron en la parada que esta después de San Andresito la Isla, luego de esta estación no hubo pasajeros a bordo lo cual en la mayoría de su recorrido fue prácticamente vacío lo cual no es económicamente viable.

Figura 16 Perfil de carga promedio Ruta AB3.



Fuente. Elaboración propia.

El comportamiento entre la ruta AB1 y AB2 es similar ya que están continuamente con pasajeros a bordo sin que se presente una zona en específico en donde la flota se encuentre vacía y aunque el AB1 posea una larga longitud de recorrido sigue teniendo el comportamiento normal de un alimentador.

6.2.5 Carga Máxima:

Como se mencionó anteriormente, el cálculo de la carga máxima (Ecuación 5) depende de la tipología del vehículo, el cual se obtuvieron estos valores:

Tabla 15 Carga máxima según tipología del vehículo.

TIPOLOGÍA	RUTA	ESCENARIO	CARGA MÁXIMA Pas/min
Padrón	P1	Pico	4.30
		Valle	5.00
		Promedio	4.00
Alimentador	AB1	Pico	1.04
		Valle	0.38
		Promedio	0.69
Alimentador	AB2	Pico	1.30
		Valle	0.76
		Promedio	1.02
Alimentador	AB3	Pico	1.48
		Valle	0.22
		Promedio	0.84

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 15 se presenta los valores obtenidos de las cargas analizadas para cada ruta en sus diferentes escenarios.

6.3 ANÁLISIS DE LAS FRECUENCIAS O INTERVALOS DE PASO

Después de obtener los valores de las cargas máximas de pasajeros, los intervalos de paso fueron calculados a partir de la ecuación 7, dando los siguientes valores:

Tabla 16 Intervalo de paso según tipología del vehículo.

TIPOLOGÍA	RUTA	ESCENARIO	INTERVALO DE PASO min
Padrón	P1	Pico	21
		Valle	18
		Promedio	23
Alimentador	AB1	Pico	43
		Valle	117
		Promedio	65
Alimentador	AB2	Pico	35
		Valle	59
		Promedio	44
Alimentador	AB3	Pico	30
		Valle	207
		Promedio	54

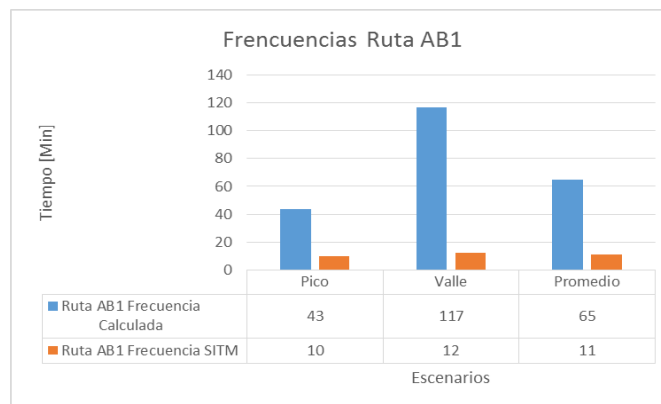
Fuente. Elaboración propia.

Según los valores obtenidos, se pudo observar que en los alimentadores se presentan intervalos de paso muy grandes y por ende nada comerciales, debido a una baja demanda en las horas valles (ver tabla 9).

En las horas pico, los intervalos son relativamente bajos, comparados con los que dieron en las horas valle, pero siguen siendo intervalos no recomendables ya que estos no deben exceder por lo menos de los 15 minutos para que el servicio sea atractivo para los usuarios.

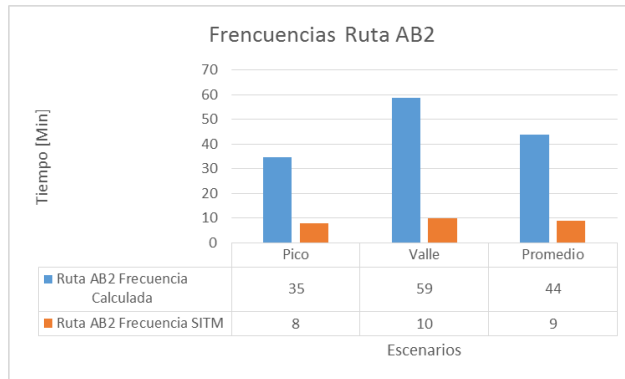
En las siguientes graficas se presenta la comparación entre las frecuencias encontradas y las que según Metrolínea manejan para estas rutas:

Figura 17 Frecuencias Ruta AB1.



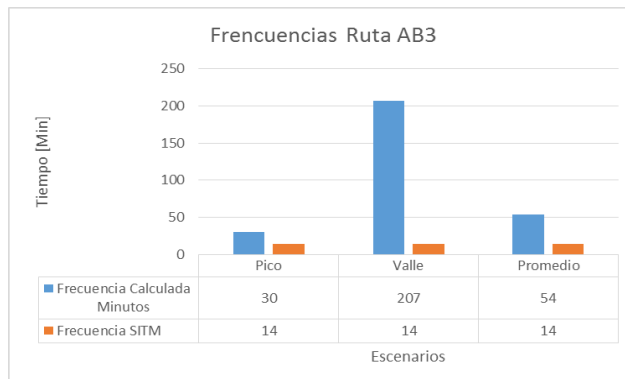
Fuente. Elaboración propia e información encontrada en la página web de Metrolínea S.A.

Figura 18 Frecuencias Ruta AB2.



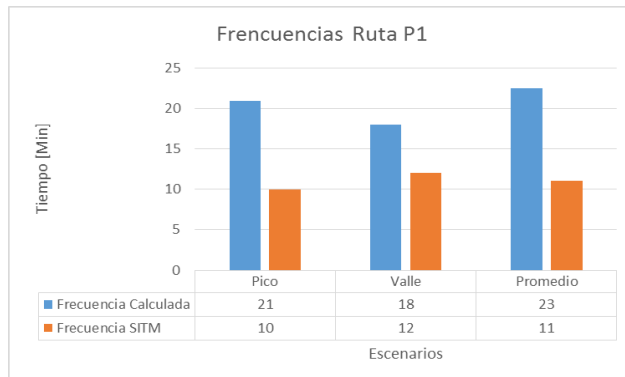
Fuente. Elaboración propia con información de la página web de Metrolínea S.A.

Figura 19 Frecuencias Ruta AB3.



Fuente. Elaboración propia con información de la página web de Metrolínea S.A.

Figura 20 Frecuencias Ruta P1.



Fuente. Elaboración propia con información de la página web de Metrolínea S.A.

Con esto se puede inferir que las rutas estudiadas tienen problemas para operar de una manera adecuada, dado que en realidad se presenta un largo periodo de tiempo durante la espera de la próxima flota, generando inconformidades en los usuarios.

6.4 FLOTA PROGRAMADA FRENTE A LA FLOTA REQUERIDA SEGÚN EL TRABAJO DE CAMPO

Según los valores de las frecuencias de paso y el ciclo que dura cada ruta en dar sus recorridos, se calcularon la cantidad de flota requerida según los escenarios estudiados (Ecuación 8):

Tabla 17 Flota según tipología del vehículo.

TIPOLOGÍA	RUTA	ESCENARIO	FLOTA Und
Padrón	P1	Pico	4
		Valle	4
		Promedio	3
Alimentador	AB1	Pico	2
		Valle	1
		Promedio	2
Alimentador	AB2	Pico	4
		Valle	2
		Promedio	3
Alimentador	AB3	Pico	1
		Valle	1
		Promedio	1

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la cantidad de flota calculada, se determina la flota operacional, efectiva y de reserva, según se especificó anteriormente, para cada ruta:

Tabla 18 Flota operacional, efectiva y de reserva según la ruta.

AB1		AB2	
Flota operacinal	2	Flota operacinal	3
Flota Efectiva	2	Flota Efectiva	4
Flota De Reserva	1	Flota De Reserva	1
Flota Total	3	Flota Total	5

AB3		P1	
Flota operacinal	1	Flota operacinal	3
Flota Efectiva	1	Flota Efectiva	4
Flota De Reserva	1	Flota De Reserva	1
Flota Total	2	Flota Total	5

Fuente. Elaboración propia.

La flota operacional son los vehículos que se requieren para que atienda la demanda dada para cada escenario.

Según la duración del ciclo promedio tomado en campo y los intervalos que Metrolínea maneja se puede inferir el número de flota que deberían estar operando, por lo tanto estas unidades transportadoras dieron:

Tabla 19 Número de flotas según ciclo.

TIPOLOGÍA	RUTA	ESCENARIO	CICLO	FRECUENCIA DE PASO (METROLÍNEA)	FLOTA
			Min	min	Und
Padrón	P1	Pico	69	10	7
		Valle	61	12	6
		Promedio	64	11	6
Alimentador	AB1	Pico	73	10	8
		Valle	61	12	6
		Promedio	72	11	7
Alimentador	AB2	Pico	122	8	16
		Valle	108	10	11
		Promedio	110	9	13
Alimentador	AB3	Pico	27	14	2
		Valle	23	14	2
		Promedio	22	14	2

Fuente. Elaboración propia.

Comparando estos valores con los datos de la flota que actualmente está asignada a las rutas para los días hábiles (ver tabla 4), en el caso del P1, AB1 y AB3 estas flotas no difieren mucho. Por ende, se puede decir que Metrolinea está manejando la cantidad de flota adecuada para las frecuencias que están estipuladas.

El problema radica en que existen adversidades que intervienen en una buena operación de estas rutas por lo que se presentan tiempos de espera muy prolongados, como se evidencio en los resultados de las frecuencias de paso y es por esto que la flota que se determinaron dan inferiores a la que se requiere normalmente.

Por lo tanto el inconveniente no es una baja oferta de Flota, sino una mala programación por parte de los operadores de los vehículos y a esto agregando los problemas de congestión que se presenta en ciertos sectores por donde se realizan los recorridos.

El caso del alimentador AB2, se presenta una falta de vehículos con lo cual se puede identificar una razón por la cual se presenta que la cantidad de pasajeros transportados en las horas picos, sobrepasan la capacidad de la flota.

6.5 DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS RUTAS MEDIANTE EL INDICADOR IPK

Este indicador que nos permite identificar la eficiencia con la cual operan las rutas, fue determinado a partir de la demanda de pasajeros obtenido en los diferentes escenarios en relación con la longitud del recorrido de las rutas respectivas y dependiendo del valor obtenido se determinó su eficiencia a partir de la tabla de clasificación (tabla 6):

Tabla 20 Tabla IPK.

TIPOLOGÍA	RUTA	ESCENARIO	IPK Pasajeros / Km	EFICIENCIA
Padrón	P1	Pico	8	Consolidado
		Valle	4	Bueno
		Promedio	6	Óptimo
Alimentador	AB1	Pico	5	Bueno
		Valle	1	Malo
		Promedio	3	Regular
Alimentador	AB2	Pico	6	Consolidado
		Valle	3	Aceptable
		Promedio	4	Bueno
Alimentador	AB3	Pico	8	Consolidado
		Valle	1	Pésimo
		Promedio	3	Aceptable

Fuente. Elaboración propia.

Con la tabla anterior se pudo verificar que las rutas alimentadoras en las horas valle no tienen una muy buena eficiencia, debido a la escasa demanda de pasajeros presente en este escenario a comparación de los usuarios transportados en las horas pico, por lo tanto, esta ineficiencia se puede relacionar con los amplios intervalos de pasos hallados.

En el caso del AB3 esta pésima eficiencia se ve evidenciada en el perfil de carga correspondiente (figura 15), ya que en su mayoría de recorrido no hubo ascenso de pasajeros.

En cuanto a la eficiencia en las horas pico, en general estas rutas tienen una muy buena operación, a pesar de que en algunos recorridos se presenten incomodidades en los pasajeros debido a la sobrecarga de usuarios en la flota, como es el caso del P1 y el AB2. La única ruta que tuvo una buena eficiencia a lo largo del día fue el P1.

6.6 ANÁLISIS PRELIMINAR ECONÓMICO INGRESOS/COSTOS

En el análisis preliminar económico se tomó la información de los aforos, el número de pasajeros en cada recorrido realizados, el valor de la tarifa, los costos de operación y la distribución en porcentaje de los ingresos. En este estudio se presentaron saldos negativos en las horas valles debido al bajo flujo de pasajeros en los alimentadores AB3 yAB2, al momento de computar todos los gastos frente a los ingresos queda saldo a favor de la empresa. Con esto se verifica que se sigue presentando un desequilibrio entre los ingresos y costos.

En el estudio hay cierta incertidumbre debido a que no se aforaron el 100% de los recorridos de cada ruta en la toma de datos, pero se inferir que la información no esta tan desviada de la realidad debido a que se evaluaron los escenarios más representativos.

Se evidencia que en la ruta AB3 hay perdidas en las horas valles ya que la demanda del sistema es bajo y esta se integra en la estación la Isla por lo cual el monto del pasaje debe cubrir la integración lo cual genera pérdidas y es muy difícil precisar debido a que no hay tecnologías que nos ayuden a estimar estos valores. Análisis detallado en Anexo B.

En las siguientes tablas se encuentran los ingresos totales y la distribución de los mismos de acuerdo al porcentaje correspondiente a cada entidad implicada.

Tabla 21 Análisis económico Ruta AB1.

AB1 Análisis Económico	
Ingresos de recorridos	\$ 1,037,400
TISA	\$ 140,049
Metroline S.A	\$ 71,062
Funcionamiento SITM	\$ 49,691
Contingencias Judiciales	\$ 19,399
AMB	\$ 2,470
Costos de Operación	\$ 594,360
Ganancias	\$ 214,777
Perdidas	-\$ 54,409
Total Neto	\$ 160,368

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 22 Análisis económico Ruta AB2.

AB2 Análisis Económico	
Ingresos de recorridos	\$ 1,614,900
TISA	\$ 218,012
Metroline S.A	\$ 110,621
Funcionamiento SITM	\$ 77,354
Contingencias Judiciales	\$ 30,199
AMB	\$ 3,845
Costos de Operación	\$ 617,652
Ganancias	\$ 557,219
Perdidas	\$ -
Total Neto	\$ 557,219

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 23 Análisis económico Ruta AB3.

AB3 Análisis Económico	
Ingreso de recorridos	\$ 1,171,800
TISA	\$ 158,193
Metroline S.A	\$ 80,268
Funcionamiento SITM	\$ 56,129
Contingencias Judiciales	\$ 21,913
AMB	\$ 2,790
Costos de Operación	\$ 578,750
Ganancias	\$ 318,366
Perdidas	-\$ 44,609
Tota Neto	\$ 273,757

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 24 Análisis económico Ruta P1.

P1 Análisis Económico	
Ingresos de recorridos	\$ 3,532,200
TISA	\$ 476,847
Metroline S.A	\$ 241,956
Funcionamiento SITM	\$ 169,192
Contingencias Judiciales	\$ 66,052
AMB	\$ 8,410
Costos de Operación	\$ 1,103,832
Ganancias	\$ 1,465,911
Perdidas	\$ -
Total Neto	\$ 1,465,911

Fuente. Elaboración propia.

Todas las rutas obtuvieron una ganancia o utilidad neta menor al 50% de los ingresos totales.

7 CONCLUSIONES

Se determinaron los atributos correspondientes a cada ruta mediante el método de ascenso y descenso de pasajeros aplicado, lo que permitió verificar en el caso de los alimentadores, la poca demanda de pasajeros, dando como resultado unas frecuencias de paso muy prolongadas ocasionando fallas en la operación de estas rutas y generando un servicio ineficiente. En cuanto a la ruta P1, se observó que presenta una buena demanda ya que las frecuencias de paso no difieren a las frecuencias programadas por el SITM provocando la disminución del uso de transporte informal por parte de los usuarios que usualmente toman esta ruta.

Se puede concluir que la ruta AB2 no funciona como ruta alimentadora propiamente debido a que la gran mayoría de usuarios la utiliza como ruta de origen destino, ya que manejan una amplia cobertura.

Según los valores de velocidades operacionales y la eficiencia de la ruta P1, se puede decir que esta ruta presta un buen servicio y posee una muy buena eficiencia, esto gracias a que en su recorrido la mayor parte se realiza por el carril exclusivo.

A partir del análisis de los perfiles de carga se evidencio que los alimentadores AB1 y AB3 cumple con su función de ser una flota alimentadora para el sistema debido a su comportamiento durante el recorrido, aunque por otro lado el AB1 también tiene características de una rutas origen destino debido a su amplio recorrido, lo cual no es característico de una ruta alimentadora. Con el análisis de los perfiles de carga también se pudo evidenciar dos casos, cuando una flota presenta una inadecuada operación debido a la carencia de pasajeros como es el caso de los alimentadores AB1 y AB3 generando de esta manera perdidas económicas, y por otro lado está el caso cuando hay una demanda de pasajeros la cual sobrepasa la capacidad de la flota, como el caso del P1 y AB2.

A partir de las eficiencias determinadas según el IPK, los alimentadores presentan una mala eficiencia, esto provocado por una demanda baja en las horas valle, debido a las altas frecuencias de paso provocando que los usuarios viajen por otros medios de transporte.

La flota determinada en comparación con la que en realidad está asignada, es muy baja por las altas frecuencias, sobre todo en las horas valle, generando en el caso del AB2 una incomodidad en los usuarios, ya que no hay flota suficiente que cubra la demanda de pasajeras tal que evite el sobrecupo.

Según el análisis económico que se realizó, las rutas alimentadoras son las que presentan pérdidas económicas por la baja demanda de pasajeros en las horas valle.

Debe de haber más responsabilidad de todos y cada uno de los ciudadanos, aun cuando se cuente con un Sistema de Transporte Masivo eficiente y bien concebido, si los usuarios de las vías no asumen el compromiso de privilegiar lo colectivo sobre lo individual, respetar las normas básicas de uso de lo público y sentir como propio éste patrimonio urbano, será imposible que los buses se conviertan en los mecanismos de mejoramiento de la calidad de vida.

Las autoridades tienen el compromiso de entregar las obras finalmente y vigilar su operación; los contratistas/operadores tienen la obligación de hacer la tarea bien hecha y prestar un servicio a la altura de la ciudad; pero, también nosotros como ciudadanos tenemos un rol desde la sociedad civil, que es lo que permitirá convertir la infraestructura y los modernos vehículos de mecanismo de integración, articulación y eficiencia para la movilidad urbana. Una ciudad que se mueve mejor, que mejora sus tiempos de traslado y que se apropia de su circulación como un bien colectivo, es una mejor ciudad para vivir.

8 RECOMENDACIONES

Unificar la ruta P13 con el alimentador AB2 en la estación Provenza con el propósito de disminuir los costos de operación de estas 2 rutas, las ruta tiene casi el mismo recorrido después de Provenza, por lo que la modificación sería que el P13 pase por el centro Comercial Cacique y al momento de salir del parque estación UIS, tome la carrera 30 siguiendo con el recorrido que manejaba el alimentador AB2, pues sabemos que el P8 pasa por Mega Small cubriendo la zona que también manejaba el P13 al salir de la estación parque UIS. Esto contribuiría a la reducción del congestionamiento que actualmente se presenta en la carrera 33.

Mejorar las frecuencias de paso, debido a que estas frecuencias que se dan en la práctica no son las mismas estipuladas por el SITM, ya que algunas veces se presenta el caso de que la flota próxima a llegar tarda en hacerlo y en otras ocasiones los buses llegan casi al mismo tiempo generando que uno de ellos alcance su capacidad máximo y el otro circule totalmente vacío generando inconformidad en las personas, causando que hagan uso del transporte informal lo que conduce a la disminución de usuarios del sistema.

Respecto a la ruta AB3 ya que su eficiencia es pésima en las horas valles se recomienda la integración de sistema colectivo y pasar una parte del parque automotor a otra ruta más eficiente, y en las horas picos sea realizado por SITM ya que su eficiencia es buena.

Implementación de tecnología que permita identificar zonas en donde se pueda realizar retornos operacionales para mejorar la eficiencia y el desempeño de las rutas.

Se debe continuar con el fortalecimiento del sistema de control interno como una herramienta útil para gestionar y mejorar los procesos, hacer revisiones periódicas y ajustar de ser necesario los indicadores, toda vez que conforme a los resultados evaluados se pueden identificar oportunidades de mejora en la formulación, planificación, registro, análisis y generación de informes que permitan disponer de información oportuna en la identificación de posibles desviaciones.

BIBLIOGRAFÍA

ÁREA METROPOLITANA CENTRO OCCIDENTE. Transporte y movilidad. Bogotá, D.C. 2013, p 1.

ARÉVALO DURÁN, Luis. Planteamiento de la propuesta de mejoramiento del SITM y STPC. Bucaramanga, 2017. p. 37.

BOLETÍN DE PRENSA METROLÍNEA. Gerente de Metrolínea hace un llamado a la ciudadanía a que utilice el SITM y las autoridades competentes a que ejerzan sus funciones. Bucaramanga. 2014, p 2.

CAL Y MAYOR, Rafael y CÁRDENAS, James. Ingeniería de tránsito: Fundamentos y aplicaciones. México, Distrito Federal, México: Alfaomega, S.A de C.V., 1995. p 205.

CHIO, Juan. En el área hay más de 603 mil automotores matriculados: Runt [en línea]. Vanguardia. Bucaramanga. (15 de Febrero de 2016). [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: <http://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/347342-en-el-area-hay-mas-de-603-mil-automotores-matriculados-runt>

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3167. Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros. Bogotá, D.C. 2002, p 35.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3260. Política nacional de transporte urbano y masivo. Bogotá, D.C. 2003, p 7.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3298. Sistema integrado del servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros del área metropolitana de Bucaramanga. Bogotá, D.C. 2004, p 2.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 3552. Sistema integrado de transporte masivo para Bucaramanga y su área metropolitana. Bogotá, D.C. 2008, p 7.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Consejo nacional de política económica y social, CONPES [en línea]. DNP. Bogotá. (26 de Diciembre de 2016). [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: <https://www.dnp.gov.co/CONPES/Paginas/conpes.aspx>

Highway Capacity Manual, HCM. Washington, D.C. Diciembre 2000.

MARTÍNEZ, Érika. En cinco errores iniciales está la crisis de Metrolínea [en línea]. Vanguardia. Bucaramanga. (22 de Marzo de 2012). [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/149037-en-cinco-errores-iniciales-esta-la-cribis-de-metrolinea>

Metrolínea, Más inversión que pasajeros: Megabus, sin demanda [en línea]. Caracol Radio. Bucaramanga. (21 de Marzo de 2012). [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: http://caracol.com.co/radio/2012/03/21/regional/1332330360_658004.html

METROLÍNEA S.A. Presupuesto de ingresos y gastos. Bucaramanga, 2016. p. 1.

MUÑOZ, John. Tipos de buses [en línea]. Jornadas pedagógicas. Bucaramanga. (1 de Noviembre de 2009). [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: <http://jornadaspedagogicas.blogspot.com.co/2009/10/tipos-de-buses.html>

OBSERVATORIO METROPOLITANO Y ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA. Transporte de pasajeros en el área metropolitana de Bucaramanga. Bucaramanga, 2014. p. 2.

SOLANO, María. Sistema de transporte masivo, un modelo en aprietos [en línea]. La República. Bogotá. (24 de Septiembre de 2013). [Consultado: 20 de Abril de 2017]. Disponible en Internet: <https://www.larepublica.co/economia/sistemas-de-transporte-masivo-un-modelo-en-aprietos-2063891>