

**DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE TRASPORTE MASIVO
MEDIANTE LA REVISIÓN OPERACIONAL DE LAS RUTAS AN1 Y P2**

**DIANA MARCELA GÓMEZ FONCE
GILBERTO PALACIO RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2018

**DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE TRASPORTE MASIVO
MEDIANTE LA REVISIÓN OPERACIONAL DE LAS RUTAS AN1 Y P2**

**DIANA MARCELA GÓMEZ FONCE
GILBERTO PALACIO RODRÍGUEZ**

Proyecto de grado para optar el título de ingeniero civil

Director

**LUIS DAVID ARÉVALO DURÁN
Especialista en Ingeniería de tránsito**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a DIOS por darme la sabiduría e entendimiento y la capacidad de afrontar otra etapa más en mi vida y por permitirme lograr este sueño.

A mis padres Ericilda , Carmen y Rafael por apoyarme en todo momento, por creer en mí y por estar siempre ahí ayudándome a crecer cada día más como persona,

A mi esposo Jhonan Torres, a mis suegros por creer mí, por apoyarme tanto, por acompañarme en cada momento.

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

A la universidad que me dio la bienvenida y la oportunidad para llevar acabo mi formación como profesional y como persona.

DIANA MARCELA GOMEZ FONCE.

AGRADECIMIENTOS:

A toda mi familia, en especial a mis padres, doña Rosalba y don Gilberto a ellos les debo más que la vida ya que gracias a su abnegación y sacrificio en definitiva hicieron posible este logro.

A mi director de proyecto ingeniero Luis David Arévalo por su apoyo Y orientación en este trabajo de grado.

También doy las gracias a todos docentes que hicieron parte de mi formación profesional Y personal, al final somos la suma de todas las personas que nos han rodeado.

Un especial agradecimiento a mi querida institución quien me brindó la oportunidad de hacer parte de esta gran familia y también por formar personas integra.

GILBERTO PALACIO RODRÍGUEZ

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. REGISTRO DE INFORMACIÓN EN CAMPO.....	16
1.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	16
2. TIPOLOGÍA DE BUSES	19
3. ANÁLISIS DEL PERFIL DE CARGA DE LAS RUTAS	21
3.1 RUTA P2 HORA PICO (VER ANEXO 1).....	21
3.2 RUTA P2 HORA VALLE (VER ANEXO 2)	21
3.3 RUTA AN1 HORA PICO (VER ANEXO 3).....	22
3.4 RUTA AN1 HORA VALLE (VER ANEXO 4).....	22
4. ATRIBUTOS RUTA P2 Y AN1	24
4.1 LONGITUDES.....	24
4.2 CICLOS.....	25
4.3 VELOCIDAD COMERCIAL O REAL.....	26
4.4 VELOCIDAD OPERACIONAL	27
4.5 DEMANDA DIARIA	28
4.6 DESEMPEÑOS DE LAS RUTAS.....	28
5. CÁLCULO DEL IPK	30
6. FLOTA DE LAS RUTAS.....	32
7. ANÁLISIS PRELIMINAR ECONÓMICO	33
8. CONCLUSIONES	37
9. RECOMENDACIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	42

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Tipología bus alimentador.....	19
Imagen 2. Tipología bus padrón	20
Imagen 3. Recorrido de la ruta AN1.....	24
Imagen 4. Recorrido de la ruta P2	25

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. despachos diarios de las rutas.....	17
Tabla 2. determinación del tamaño de la muestra para la ruta P2.....	17
Tabla 3. determinación del tamaño de la muestra para la ruta AN1	18
Tabla 4. Capacidad de las unidades transportadoras.....	19
Tabla 5. Longitudes de las rutas	25
Tabla 6. Ciclos de las rutas.....	25
Tabla 7. Velocidades comerciales	26
Tabla 8. Velocidades operacionales	27
Tabla 9. Demanda por recorridos	28
Tabla 10. Desempeños calculados	29
Tabla 11. Calificación cualitativa del IPK	30
Tabla 12. IPK obtenidos con Calificación cualitativa.....	31
Tabla 13. Flota operacional y de reserva.....	32
Tabla 14. Distribución de la tarifa.....	33
Tabla 15. Costo de operación para la ruta P2	34
Tabla 16. Costo de operación para la ruta AN1	34
Tabla 17. Ingresos económicos promedio para la ruta P2	35
Tabla 18. Ingresos económicos promedio para la ruta AN1	35

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Perfil de carga para hora pico	42
Anexo B. Perfil de carga para hora valle.....	43
Anexo C. Perfil de carga para hora pico	44
Anexo D. Perfil de carga para hora valle	45
Anexo E. tabla resumen de los atributos de las rutas	46

RESUMEN

TITULO: DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE TRASPORTE MASIVO MEDIANTE LA REVISIÓN OPERACIONAL DE LAS RUTAS AN1 Y P2*

AUTORES: DIANA MARCELA GÓMEZ FONCE
GILBERTO PALACIO RODRÍGUEZ**

PALABRAS CLAVE: Movilidad, flota de buses, IPK, Perfil de carga, ciclo de ruta, atributos de una ruta.

DESCRIPCION

El fin del presente estudio realizado a las rutas AN1 y P2 del SITIM del área metropolitana de Bucaramanga consistió en elaborar un diagnóstico de su funcionamiento operativo, para el desarrollo de este propósito se realizaron aforos a las respectivas rutas empleando el método de sube y baja de pasajeros; haciendo un conteo de los pasajeros que ascendían y descendían del vehículo transportador en cada parada a lo largo de todo el día, estos conteos se hicieron en días entre semana donde se considera un tráfico normal. Dichos aforos permitieron recolectar datos para el cálculo de los atributos de las rutas como son el índice de pasajeros por kilómetro IPK el cual es un indicador del funcionamiento en función de su eficiencia de la ruta del sistema, también se calculó el desempeño de las rutas mencionadas. de esta manera se permitió cuantificar la eficiencia y el desempeño que son indicadores claves del estado operacional del sistema de transporte masivo, para finalmente ejecutar un análisis económico comparativo entre los ingresos por pasajero frente a costos por kilómetro recorrido de cada una de las distintas tipologías de bus asignadas a cada ruta, con esta información se procedió a hacer cuadros comparativos los cuales permitieron mostrar el panorama en cuanto se refiere a la productividad económica de las rutas P2 y AN1.

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías fisicomecánicas Escuela de ingeniería civil Director: Luis David Arévalo Durán

ABSTRACT

TITLE: DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE TRASPORTE MASIVO MEDIANTE LA REVISIÓN OPERACIONAL DE LAS RUTAS AN1 Y P2*

AUTHORS: DIANA MARCELA GÓMEZ FONCE
GILBERTO PALACIO RODRÍGUEZ**

KEYWORDS: Mobility, bus fleet, IPK, load profile, route cycle, attributes of a route.

The purpose of the present study carried out in the routes AN1 and P2 of the SITIM of the Bucaramanga metropolitan area consisted in the diagnosis of its operative functioning, for the development of this purpose it was carried out gaugings through the respectful routes that use the ups and downs method of passengers; making the count of the passengers ascending and descending of the transporting vehicle in each stop along all the day, these counts were made on weekdays where normal traffic is considered. said gaugings allow to collect data for the calculation of the routes like the index of passengers by kilometer IPK which is an indicator of the operation based on its efficiency of the system route, the performance of the mentioned routes was also calculated. In this way, the relationship between efficiency and performance was adjusted to the key indicators of the operational status of the mass transport system. Finally, a comparative economic analysis was made between the passenger's income and the cost per kilometer traveled by each one of the different bus typologies assigned to each route, with this information was processed to make comparative tables which allowed to show the panorama as regards the economic productivity of the routes P2 and AN1.

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías fisicomecánicas Escuela de ingeniería civil Director: Luis David Arévalo Durán

INTRODUCCIÓN

El área metropolitana de Bucaramanga en su rápido crecimiento poblacional y de superficie, en la cual son cada vez más variadas las actividades de los pobladores con relación a uso del suelo, ha ido generando un creciente problema de movilidad. Reflejado en la incomodidad de los ciudadanos, a causa de factores como la congestión vehicular, la accidentalidad, los mayores tiempos de viaje asociados a un sistema de transporte deficiente, sumado todo esto, conlleva al deterioro de la calidad de vida de los habitantes.

Las estimaciones iniciales de demanda de pasajeros para el sistema metrolínea no fueron las que se presentaron en realidad, en la cual se proyectaban un mayor número de viajes¹, como resultado de lo anterior el Sistema Integrado de Transporte Masivo inicia sus operaciones con un déficit debido a la baja cantidad de usuarios, generando problemas financieros que han sido difíciles de superar a la fecha.

Esta situación merece ser resuelta a través del análisis de carácter operacional y económico, por medio de un diagnóstico enfocado en aras de identificar donde se encuentran las fallas del Sistema Integrado de Transporte Masivo, y el disloque entre los ingresos y egresos del sistema asociados a costos de operación.

Con base en este planteamiento se realizará el siguiente proyecto con el fin de identificar las fallas operacionales de la flota del SITM, con el objetivo de examinar un mejor comportamiento de la demanda y así generar una mayor atracción de viajes, empleando como método una exploración de campo, mediante una encuesta

¹ CONSEJ NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. Documento COMPES 3552. Diciembre 01 de 2008

de la tipología “**sube y baja de usuarios**” comparando la oferta de buses para la prestación del servicio.

1. REGISTRO DE INFORMACIÓN EN CAMPO

La búsqueda de información se hizo a través del portal web de Metrolínea, así mismo se inspeccionaron de forma presencial las rutas de estudio, en la recolección de la información se realizaron aforos usando encuestas del tipo: “sube y baja de pasajeros”. Desde el inicio de operaciones del SITM hasta su finalización para cada ruta, por medio de información suministrada por metrolínea se identificó la demanda aproximada del sistema. Para el registro de la información se usaron planillas durante los aforos y posteriormente en tablas en hojas de cálculo.

Para la ruta P2 se asignaron 4 aforadores debido a la tipología que presenta, así mismo para la ruta AN1 se asignaron 2 aforadores ya que la estructura de este bus alimentador no requiere la misma cantidad de aforadores.

Paras las rutas P2 y AN1 se realizaron 9 y 16 aforos respectivamente.

El inicio de operaciones de la ruta P2 inicia a partir de las 4:45 de la mañana hasta las 10:30 de la noche en días hábiles y para la ruta AN1 las operaciones dan inicio a partir de las 5:00 de la mañana hasta las 10:11 de la noche con frecuencia de buses es de 10 minutos en hora pico y 14 en horas valle para la ruta P2 y para la ruta AN1 es de 7 minutos y 12 minutos respectivamente.

1.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Habiendo consultado a metrolínea s.a la cantidad de despachos para días hábiles de las rutas en estudio se obtuvo la siguiente información:

Tabla 1. despachos diarios de las rutas

DESPACHOS	
RUTA	CANTIDAD
P2	83
AN1	102

Fuente: suministrada por metrolinea S.A

El tamaño de la muestra cuando la población es conocida se determina con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

n: Tamaño de la muestra buscada

z: Nivel de confianza para un 80 %

N: Tamaño de la población.

p: Probabilidad de éxito o proporción esperada

q: probabilidad de fracaso.

e: error de estimación.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se asumió un nivel de confianza del 80% y por ende un error del 20%.

Tabla 2. determinación del tamaño de la muestra para la ruta P2

PARÁMETROS	
N	83
$Z_{\alpha(80\%)}$	1,28
p	0,5
Q	0,5
e	0,2
n	9

Tabla 3. determinación del tamaño de la muestra para la ruta AN1

PARAMETROS	
N	102
Zα(80%)	1,28
p	0,50
q	0,50
e	0,20
n	9

Como conclusión, para la cantidad de despachos se cumple con el valor requerido del tamaño de la muestra para la realización de los aforos.

2. TIPOLOGÍA DE BUSES

En las rutas seleccionadas de estudio se presentan 2 clases de buses; para la ruta AN1 se tienen designados alimentadores y para la ruta P2 se cuenta con buses padrones.

Tabla 4. Capacidad de las unidades transportadoras

Ruta	pasajeros	Total
P2	sentados	25
	de pie	65
	total	90
AN1	sentados	18
	de pie	27
	total	45

ALIMENTADOR

Imagen 1. Tipología bus alimentador



Fuente: METROLINEA [en línea] disponible en:
<http://www.metrolinea.gov.co/v2.0/gestion/img/carga/40cd291b9983e28ea9580d56bf966157.pdf>

PADRÓN

Imagen 2. Tipología bus padrón



Fuente: METROLINEA [en línea] disponible en:
<http://www.metrolinea.gov.co/v2.0/gestion/img/carga/40cd291b9983e28ea9580d56bf966157.pdf>

3. ANÁLISIS DEL PERFIL DE CARGA DE LAS RUTAS

El perfil de carga permite diagnosticar de una manera clara y precisa los tramos de la ruta más cargados de pasajeros y su localización, en las siguientes graficas se visualizan los perfiles más representativos, en este caso fue los recorridos más cargados para horas pico y los menos cargados en horas valle.

3.1 RUTA P2 HORA PICO (VER ANEXO 1)

Del perfil se puede observar una gran demanda en el ascenso y descenso de pasajeros en las horas pico que se da entre las 5:20 y 7:10 p.m. presentándose un volumen grande de pasajeros en estaciones como son parque estación UIS, estación Provenza, lo cual es congruente debido a que muchas personas requieren hacer transbordo a posibles rutas alimentadoras para poder finalizar su recorrido, el tramo de carga máxima se presenta en la estación Payador, así mismo se puede evidenciar que el descenso de ahí en adelante en las demás paradas establecidas por el sistema es homogéneo hasta reducir la carga de pasajeros al mínimo que se presenta en el perfil que es el lugar donde el bus hace el retorno. El tiempo de recorrido de la ruta fue de 1 hora con 43 minutos correspondiente al recorrido número 8.

3.2 RUTA P2 HORA VALLE (VER ANEXO 2)

Del perfil de carga se puede observar una baja demanda en el ascenso y descenso de pasajeros que se da entre las 10:25 y 11:55 a.m. Presentándose una máxima ocupación de 24 pasajeros en su tramo más cargado, nuevamente es apreciable

que los mayores flujos de pasajeros se encuentran en las estaciones de transferencia, el tramo de carga máxima se presenta en la estación de Provenza, así mismo se puede evidenciar un descenso significativo en la parada del parque Antonia Santos en la carrera 21 con calle 32. El tiempo de recorrido de la ruta fue de 1 hora con 30 minutos correspondiente al recorrido número 4.

3.3 RUTA AN1 HORA PICO (VER ANEXO 3)

Para la ruta seleccionada en el horario pico entre las 5:45 y 6:25 p.m. se evidencia una gran afluencia de pasajeros en la estación parque UIS, y en la siguiente parada correspondiente a la iglesia cristo rey se obtiene la carga máxima de pasajeros, se observa en la gráfica que desde el punto de retorno de la ruta no hay descenso de pasajeros hasta llegar nuevamente a la estación parque UIS, lo cual induce a creer que los usuarios hacen recorridos que requieren hacer transbordo para llegar a su destino final.

El tiempo de recorrido de la ruta fue de 40 minutos.

3.4 RUTA AN1 HORA VALLE (VER ANEXO 4)

En este recorrido correspondiente al número 10 y realizado entre las 11:27 a.m. y 12:00 m. se aprecia una baja demanda de pasajeros especialmente en el tramo comprendido entre la parada del Hospital del Norte y espumas Santander, en dicho tramo la ocupación del bus es cero.

se presenta una carga máxima de 3 pasajeros a lo largo de todo el recorrido y un total de 6 usuarios movilizadas, notándose claramente un déficit de pasajeros.

La duración del recorrido fue de 33 minutos

4. ATRIBUTOS RUTA P2 Y AN1

4.1 LONGITUDES

Se determina la longitud de la ruta tal como se presta el servicio, las longitudes de las rutas seleccionadas representan la distancia real recorrida por cada unidad transportadora, la metodología de medición se basó en el registro de los odómetros en el punto de partida y regreso al inicio de cada ruta, dando así una mayor precisión que el uso de otras herramientas para la medición de trazados.

Imagen 3. Recorrido de la ruta AN1

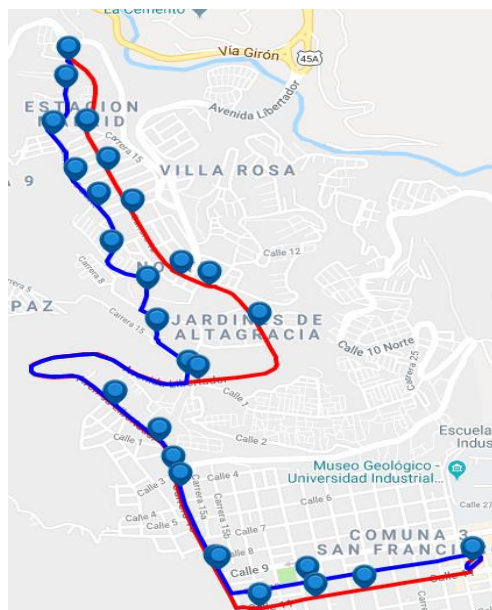


Imagen 4. Recorrido de la ruta P2

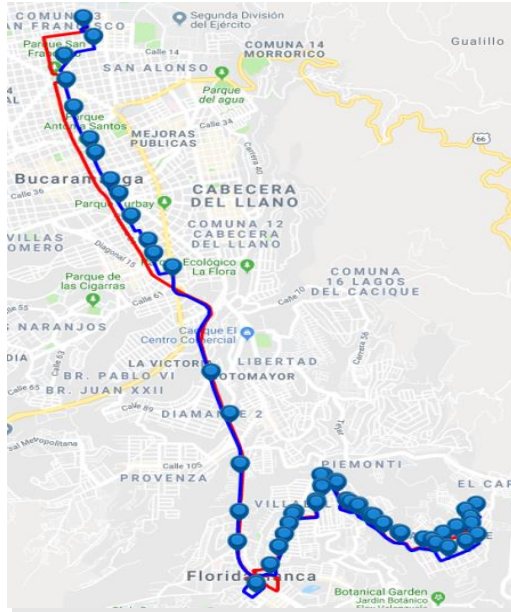


Tabla 5. Longitudes de las rutas

Ruta	Longitud (Km.)
P2	24,9
AN1	9,8

4.2 CICLOS

El ciclo es el tiempo en que tarda cada bus en hacer su recorrido, saliendo desde la estación hasta retornar, dicho tiempo se da en unidades de minutos.

Tabla 6. Ciclos de las rutas

Ruta	Escenario	Ciclo (min.)
P2	Promedio	91
	pico	103
	valle	90

Ruta	Escenario	Ciclo (min.)
AN1	Promedio	35
	pico	40
	valle	33

4.3 VELOCIDAD COMERCIAL O REAL

La velocidad comercial viene determinada por la longitud de cada ruta y sus respectivos ciclos, a continuación, se presenta la fórmula que determina la velocidad comercial para las rutas seleccionadas:

$$Velocidad\ comercial = \frac{Longitud\ [km]}{Ciclo\ [h]} \quad (2)$$

Tabla 7. Velocidades comerciales

Ruta	Escenario	Vel. (Km/H)
P2	Promedio	16,7
	pico	14,5
	valle	16,6
AN1	Promedio	16,8
	Pico	14,7
	Valle	17,8

La velocidad comercial para la ruta alimentadora AN1 presenta velocidades relativamente buenas ya que a lo largo de su recorrido solo cuenta con 2 semáforos sobre la carrera 15 y en el transcurso de todo su recorrido hay buen flujo vehicular y que gran parte de su zona es residencial, a pesar de que la ruta padrón P2 cuenta con zonas, comerciales y congestión vehicular tiene una velocidad comercial aceptable ya que en una parte de su trayecto cuenta con un carril exclusivo.

4.4 VELOCIDAD OPERACIONAL

Para el cálculo de la velocidad operacional se requiere de los tiempos de aceleración y desaceleración del vehículo, junto con los tiempos que tarda el ascenso y descenso en cada parada; dichos datos son tomados en campo (ver anexos). Cabe resaltar que la velocidad operacional hace referencia a la velocidad con que las unidades transportadoras prestaran un servicio con desempeño óptimo.

Esta velocidad se calculó de la siguiente manera:

$$VOi = \frac{xi}{\frac{xi}{Vmáx} + p(ta + td) + \sum_1^p TAp} \quad (3)$$

Siendo:

xi: Longitud del tramo *i*

Vmáx: Velocidad máxima en el tramo *i*

P: Número de paradas del tramo *i*

ta + td: Tiempo de aceleración/desaceleración en una parada

$\sum_1^p TAp$: Suma de tiempos de atención en las paradas (***p***) de la línea, en el tramo *i*

Los cálculos se consignan en la siguiente tabla

Tabla 8. Velocidades operacionales

Ruta	Escenario	Vel. (Km/H)
P2	Promedio	19,3
	pico	19,3
	valle	19,3
AN1	Promedio	22
	pico	22
	valle	22

4.5 DEMANDA DIARIA

A continuación, se presentan las demandas de pasajeros de las rutas en estudio en cada escenario, se hace especial aclaración que el promedio de la demanda de pasajeros se hace sobre el total de aforos realizados.

Tabla 9. Demanda por recorridos

Ruta	pasajeros	Total
P2	Promedio	117
	pico	223
	valle	63
AN1	promedio	22
	pico	41
	valle	6

4.6 DESEMPEÑOS DE LAS RUTAS

Para los servicios de transporte es indispensable conocer con que eficacia se está prestando el servicio, dada esta situación se hizo necesario realizar un análisis del desempeño operacional de las rutas en estudio. Dicho desempeño viene relacionado por la velocidad comercial o real y la velocidad operacional.

El desempeño se determinó por medio de la siguiente ecuación:

$$Desempeño = \frac{Vel. comercial}{Vel. operacional} * 100 \quad (4)$$

Tabla 10. Desempeños calculados

Ruta	Escenario	Desempeño (%)
P2	Promedio	76%
	pico	75%
	valle	86%
AN1	Promedio	76%
	pico	67%
	valle	81%

Es notable que se presentan buenos porcentajes de desempeño, fenómeno presentado a raíz de la exclusividad de una calzada exclusiva para la ruta P2 en gran parte de su recorrido, y aunque la ruta AN1 no posee un carril preferencial, el sector de circulación se hace en zonas donde no se presentan externalidades significativas como es la congestión vehicular, lo cual permite un alto índice desempeño.

5. CÁLCULO DEL IPK

El índice de pasajeros por kilómetro es un indicador que permite determinar la relación de usuarios transportados a lo largo del recorrido de la ruta.

Cabe resaltar que a medida que aumenta el índice del IPK hace más eficiente la ruta y por ende puede generar mejores dividendos por recorrido.

Tabla 11. Calificación cualitativa del IPK

RANGO		CALIFICACION
0	1	Pésimo
1	2	Malo
2	3	Regular
3	4	Aceptable
4	5	Bueno
5	6	Optimo
6	7	Consolidado

Fuente: Documento mejoramiento del SIT, L.D Arévalo 2017

los rangos establecidos en la tabla anterior definen la clasificación para cada una de las rutas aforadas.

a continuación, se plantean alternativas que propendan al mejoramiento del indicador según haya sido su valor²:

Pésimo: se puede considerar la suspensión de la ruta y aprovechar el parque automotor para otra ruta eficiente.

² AREVALOD, Luis D. planteamiento de la propuesta de mejoramiento de SITM Y STPC. Cotrausan. Bucaramnga,2077. 128p

Malo: realizar integración con el transporte convencional para que cubra la demanda en las horas valle.

Regular: considerar realizar una integración con el transporte convencional para que cubra la demanda en las horas valle.

Aceptable: realizar una revisión de los atributos de la ruta y a partir de ello poder estimar una mejora

Bueno: Dejarla como está con revisión de los atributos, como el intervalo de paso y la flota. Verificar la eliminación de algunas paradas para darle mayor rapidez.

Optimo: Dejarla como está con revisión de los atributos, como el intervalo de paso para evitar buses repletos.

Consolidado: Dejarla como está con revisión de los atributos, como el intervalo de paso para evitar buses repletos.

Tabla 12. IPK obtenidos con Calificación cualitativa.

Ruta	Escenario	IPK	EFICIENCIA
P2	Promedio	4,7	BUENO
	pico	9	CONSOLIDADO
	Valle	2,5	REGULAR
AN1	Promedio	2,3	REGULAR
	pico	4,2	BUENO
	Valle	0,6	PÉSIMO

6. FLOTA DE LAS RUTAS

Para cubrir la necesidad de demanda de pasajeros cada ruta debe contar con la cantidad de vehículos establecidos para cada uno de los recorridos, también se debe disponer de una flota de reserva en caso de que se presente cualquier imprevisto con las respectivas rutas.

La flota de determino mediante la siguiente ecuación:

$$Flota = \frac{ciclo}{intervalo} \quad (5)$$

La flota se clasifica en:

- a) Flota operacional, la necesaria para atender cada periodo pico o valle.
- b) Flota efectiva, la necesaria para atender los periodos pico.
- c) Flota de reserva, el 10% por efecto de mantenimiento de los vehículos.
- d) Flota total, que es la flota efectiva más la flota de reserva³.

Tabla 13. Flota operacional y de reserva

Ruta	Escenario	Flota op.	Flota res.	flota total
P2	pico	23	3	26
	valle	5	1	6
AN1	pico	1,0	1	2,0
	valle	1,0	1	2,0

³ Ibíd

7. ANÁLISIS PRELIMINAR ECONÓMICO

Para el análisis preliminar económico se tuvo en cuenta los costos operacionales por kilómetro recorrido, y el recaudo que es el valor de la tarifa por cada usuario que aborda al sistema, el costo del valor operacional difiere según la tipología, para las rutas pre troncales se tiene estimado un costo de \$3.905,71 y para las rutas alimentadoras es de \$3.597,18⁴.

Tabla 14. Distribución de la tarifa

PARTICIPANTE	PORCENTAJE
TISA	13,50%
METROLINEA 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\$/VALIDACIÓN

Fuente: metrolinea

Nota: el restante 72,75% se paga a los operadores de las rutas, a quienes se les paga por kilómetro recorrido según corresponda la tipología del vehículo, el operador de la ruta P2 es *Metro5 Plus* y para AN1 es *Movilizamos S.A*⁵.

Dichas empresas poseen el 100% de la participación en cada ruta asignada.

⁴ Ibíd

⁵ <http://www.metrolinea.gov.co/v3.0/quienes-somos/metrolinea>.

Tabla 15. Costo de operación para la ruta P2

	HORA PICO	HORA VALLE
Costo operacional por km	\$3.905,71	\$3.905,71
Km recorridos	24,9	24,9
TOTAL	\$97.252,18	\$97.252,18
INGRESOS AL SISTEMA		
Número de pasajeros	223	63
costo pasaje	\$2.100,00	\$2.100,00
TOTAL	\$468.300,00	\$132.300,00
GANANCIAS O PÉRDIDAS		
TOTAL	\$371.047,82	\$35.047,82

Se hace evidente que ante cualquier escenario a lo largo del día esta genera ganancias lo cual es algo positivo para el sistema, ya que esto se traduce como una alta concurrencia de pasajeros en el sistema.

Tabla 16. Costo de operación para la ruta AN1

	HORA PICO	HORA VALLE
Costo operacional por km	\$3.597,18	\$3.597,18
Km recorridos	9,8	9,8
TOTAL	\$35.252,36	\$35.252,36
INGRESOS AL SISTEMA		
Número de pasajeros	41	6
costo pasaje	\$2.100,00	\$2.100,00
TOTAL	\$86.100,00	\$12.600,00
GANANCIAS O PÉRDIDAS		
TOTAL	\$50.847,64	-\$22.652,36

Para el análisis preliminar de la ruta AN1 se hace evidente una variación de en los ingresos económicos debido a que en algunas de sus recorridos en horas valle se presentan pérdidas significativas.

Tabla 17. Ingresos económicos promedio para la ruta P2

Costo operacional por km	\$3.905,71
Km recorridos	24,9
TOTAL	\$97.252,18
INGRESOS AL SISTEMA	
Número de pasajeros promedio	177
costo pasaje	\$2.100,00
TOTAL	\$371.700,00
GANANCIAS O PÉRDIDAS	
TOTAL	\$274.447,82

Haciendo un cálculo del promedio de todas las rutas aforadas, este arroja un balance positivo con un valor de **\$274.447,82** por cada recorrido realizado.

Tabla 18. Ingresos económicos promedio para la ruta AN1

Costo operacional por km	\$3.597,18
Km recorridos	9,8
TOTAL	\$35.252,36
INGRESOS AL SISTEMA	
Número de pasajeros promedio	22
costo pasaje	\$2.100,00
TOTAL	\$46.462,50
GANANCIAS O PÉRDIDAS	
TOTAL	\$11.210,14

Como fue de suponerse, si bien no se generan pérdidas a nivel general al final del día, las ganancias por recorrido son incipientes para los despachos de la ruta AN1. Lo cual genera sinsabores acerca de lo efectiva de la ruta en términos monetarios.

8. CONCLUSIONES

- Con base en el perfil de carga para la ruta P2 en horas pico se puede concluir que el bus alcanza justo la carga máxima de pasajeros para la cual está capacitado, mientras que para la ruta en el escenario de horas valle no logra satisfacer su máxima ocupación presentando una baja demanda de pasajeros al punto de llegar a una máxima ocupación de 24 pasajeros. En ambos escenarios se evidencio un mayor flujo de pasajeros que suben y bajan en las estaciones de Provenza, parque estación UIS y Diamante.
- De acuerdo al perfil obtenido para la ruta AN1 en horas pico no se logra la máxima eficiencia de la capacidad del vehículo alimentador ya que la carga máxima alcanzada llega a 25 usuarios únicamente y 41 usuarios movilizados. de igual manera se presenta la misma situación en horas valle, dando como resultado una carga máxima de 3 pasajeros y un total de 6 pasajeros transportados.
- Con base en los resultados de los desempeños para la ruta P2 se evidencia un buen rendimiento operacional en la prestación del servicio con un 76 % de desempeño a nivel general, a pesar de transitar por zonas donde las externalidades negativas como la congestión vehicular inciden en el óptimo funcionamiento.
- De la ruta AN1 se concluye que el desempeño es aceptable teniendo en cuenta que la longitud del recorrido es corta y no se presenta una congestión vehicular notable a pesar de no contar con un carril exclusivo para su circulación a diferencia de la ruta P2

- La ruta P2 presenta un IPK con calificación bueno a nivel general, más aún está alejado de ser consolidado según se estipula el documento COMPES 3370⁶. Solamente en horas pico se logra obtener una IPK consolidado y en horas valle este indicador baja hasta lograr una valoración regular.
- La ruta alimentadora AN1 presenta un comportamiento regular en sus índices de IPK, no pasando de bueno en horas pico y llegando a una calificación pésima en horas valle con afluencia de pasajeros escasa. Estos valores generan al sistema bajas ganancias.
- Basados en el cálculo de la flota para la ruta AN1 se establece que esta es suficiente para satisfacer la demanda de pasajeros y haciendo un contraste con las flotas asignadas por metrolínea que es de 5 unidades prestadoras del servicio se logra notar un desbalance, que incrementa los gastos operacionales, pero genera una mayor frecuencia en los recorridos lo cual favorece en el confort de los usuarios al reducir el tiempo de espera para realizar el abordaje.
- En el caso de la ruta P2 se presenta un caso en que la flota calculada está por encima de la actualmente ofrecida por el sistema que es de 10 unidades de padrones, esto se traduce como un servicio que se está presentando de manera ineficiente para los usuarios debido a las largas esperas en las zonas de abordaje.
- Con base en el análisis preliminar económico se puede concluir que en promedio para la cantidad de recorridos aforados se genera una ganancia de **\$274.447,82** por cada uno, y con un total de 83 despachos se tiene una ganancia promedio diaria de **\$22.779.169,06**. Estas ganancias son repartidas según la tabla 14.

⁶ DPN, Documento COMPES 3370, del 1 de agosto de 2005.

- Para la ruta AN1 a pesar de arrojar pérdidas en el escenario de las horas valle al final del día en promedio se logra obtener una ganancia no tan significativa de **\$11.210,14** por recorrido y con un total de 102 despachos se genera una ganancia promedio diaria de **\$1.143.434,28**.

9. RECOMENDACIONES

se recomienda modificar la flota de la ruta AN1 ya que con base a lo calculado con una flota total de 2 unidades se lograría satisfacer la demanda de pasajeros, de igual forma se recomienda hacer modificaciones en las paradas, debido a que en algunas de ellas como es en la **Kr 12 calle 17N** y **Kr 15 calle 1N Rafael**, en las cuales el abordaje resulto ser nulo.

Otra recomendación para la ruta AN1 es modificar su recorrido de tal manera que logre una mayor captación de usuarios y de esta manera obtener un mayor balance positivo económico.

Se recomienda disminuir e intervalo de los despachos en horas pico para la ruta P2 para poder brindar un mayor confort a los usuarios, esto teniendo en cuenta que se puede incurrir en mayores gastos operacionales.

BIBLIOGRAFÍA

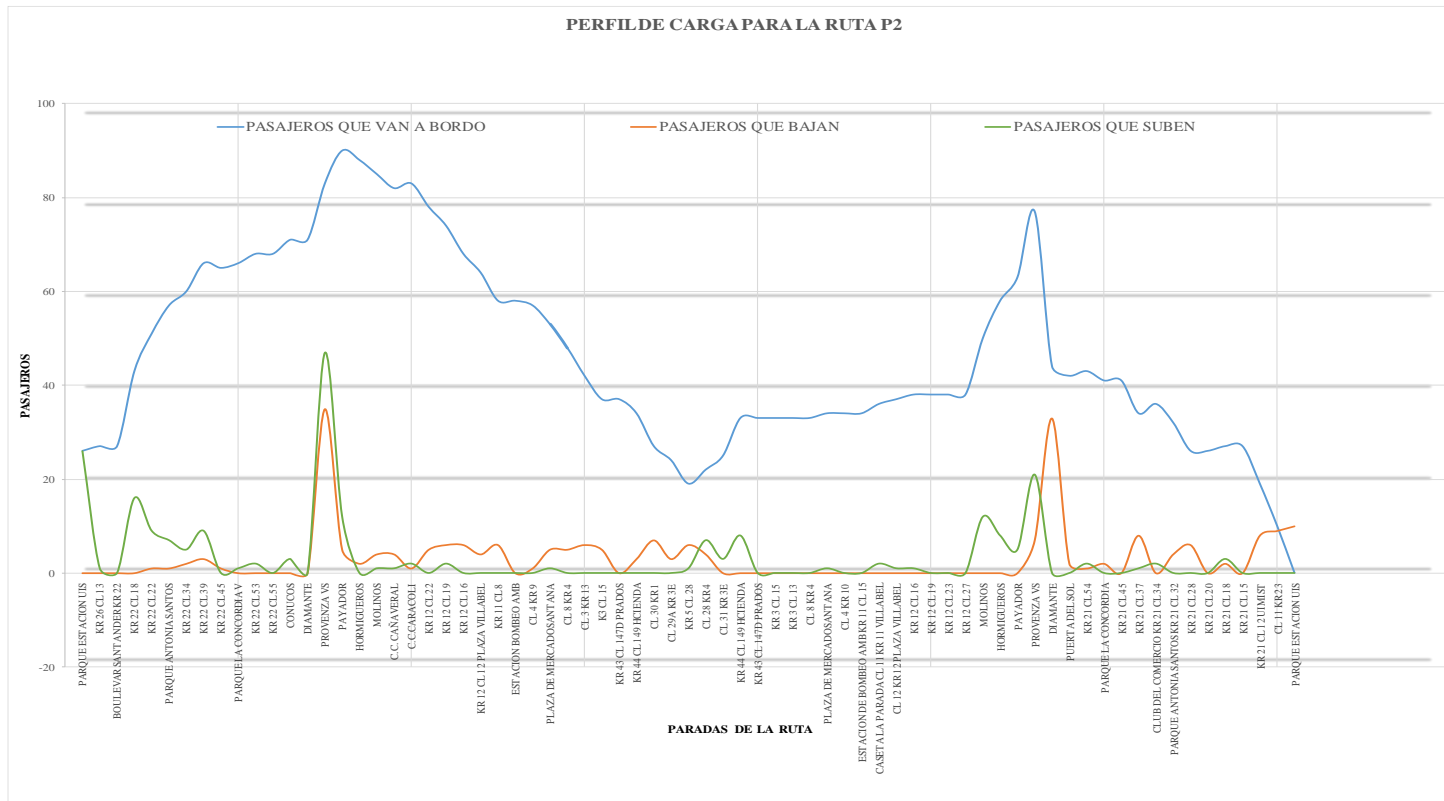
AREVALOD, Luis D. planteamiento de la propuesta de mejoramiento de SITM Y STPC. Cotrausan. Bucaramnga,2077. 128p.

CONSEJ NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. Documento COMPES 3552. Diciembre 01 de 2008

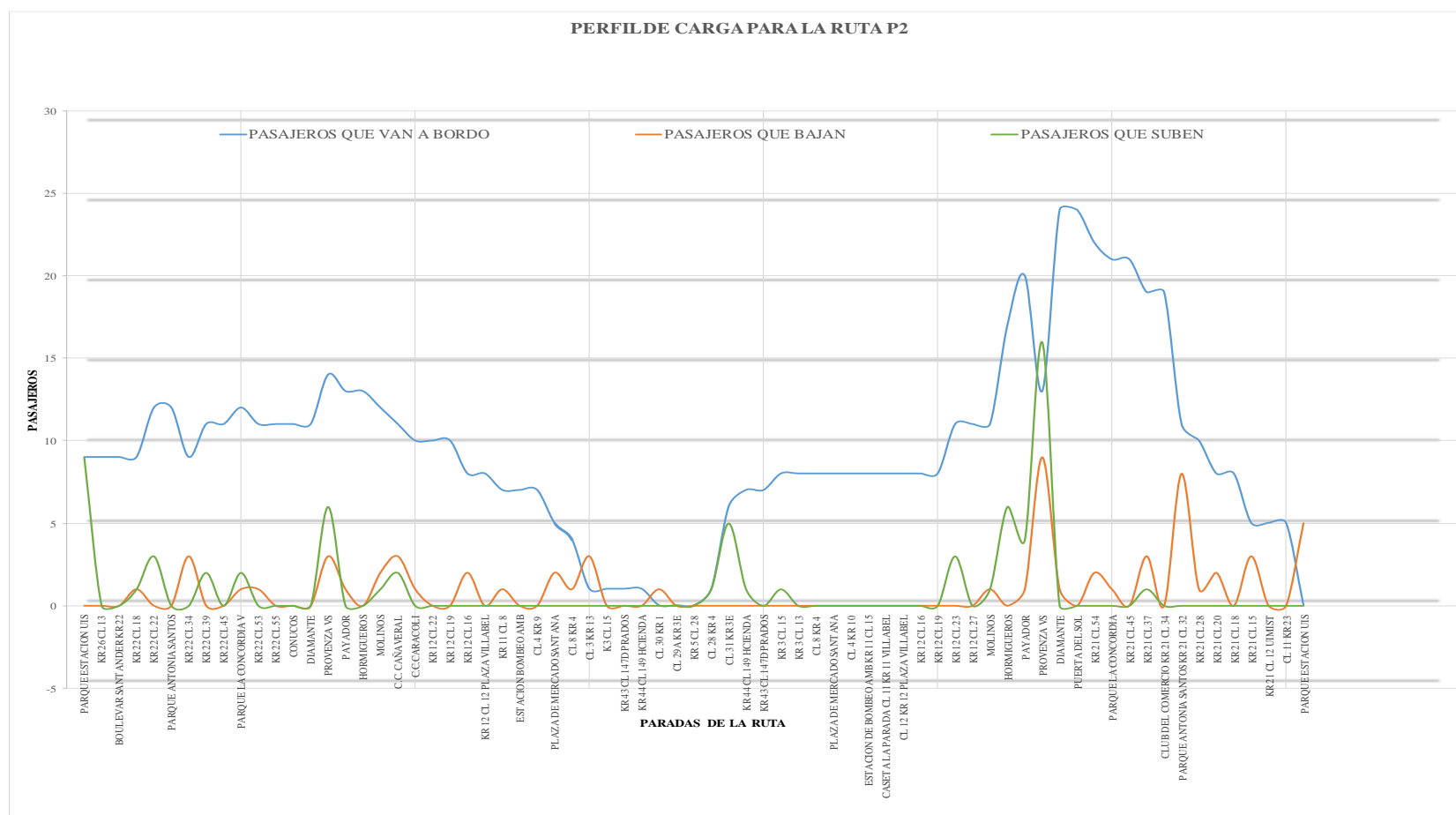
METROLINEA [en linea] disponible en: <http://www.metrolinea.gov.co/v3.0/quienes-somos/metrolinea>.

ANEXOS

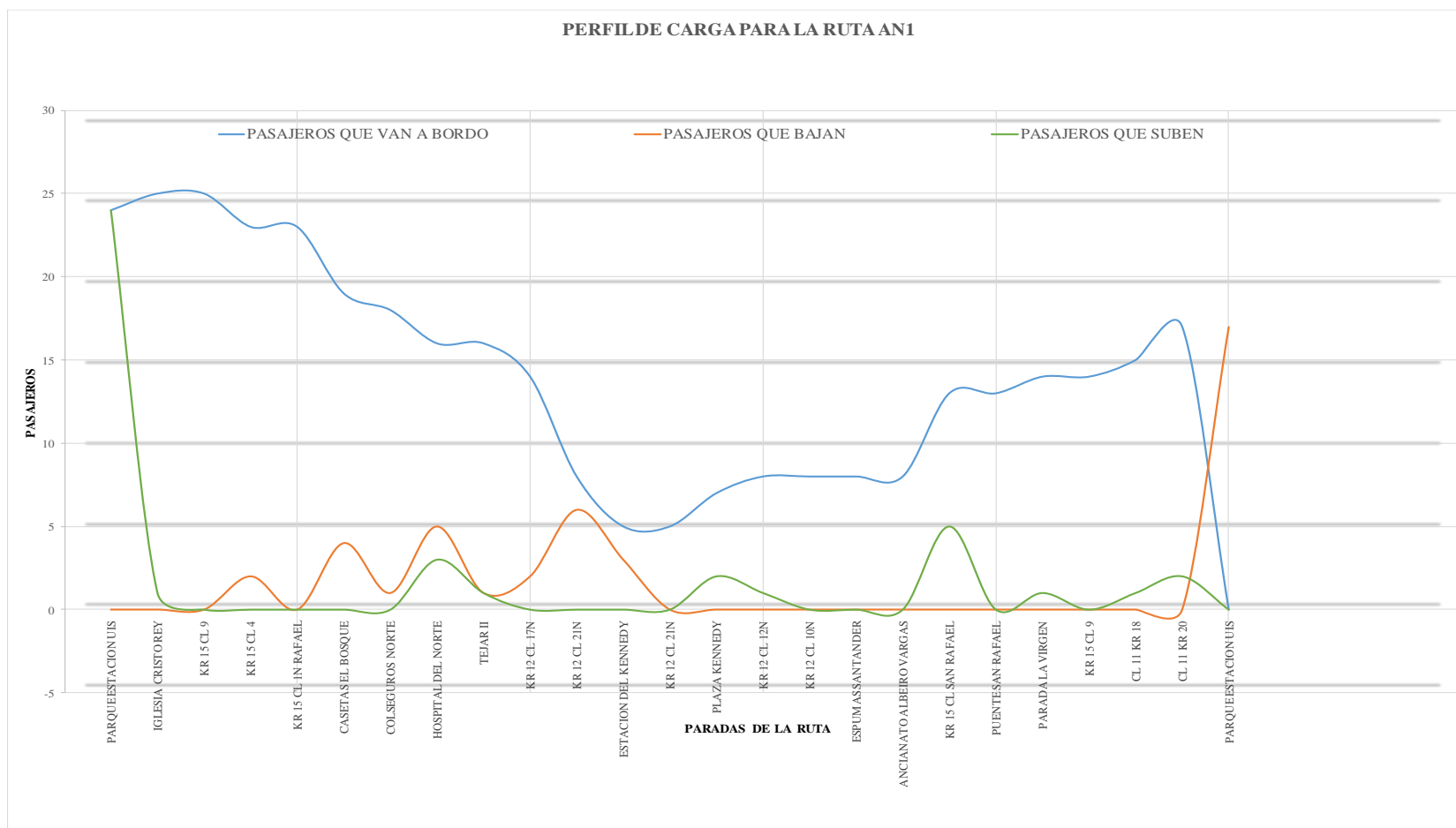
Anexo A. Perfil de carga para hora pico



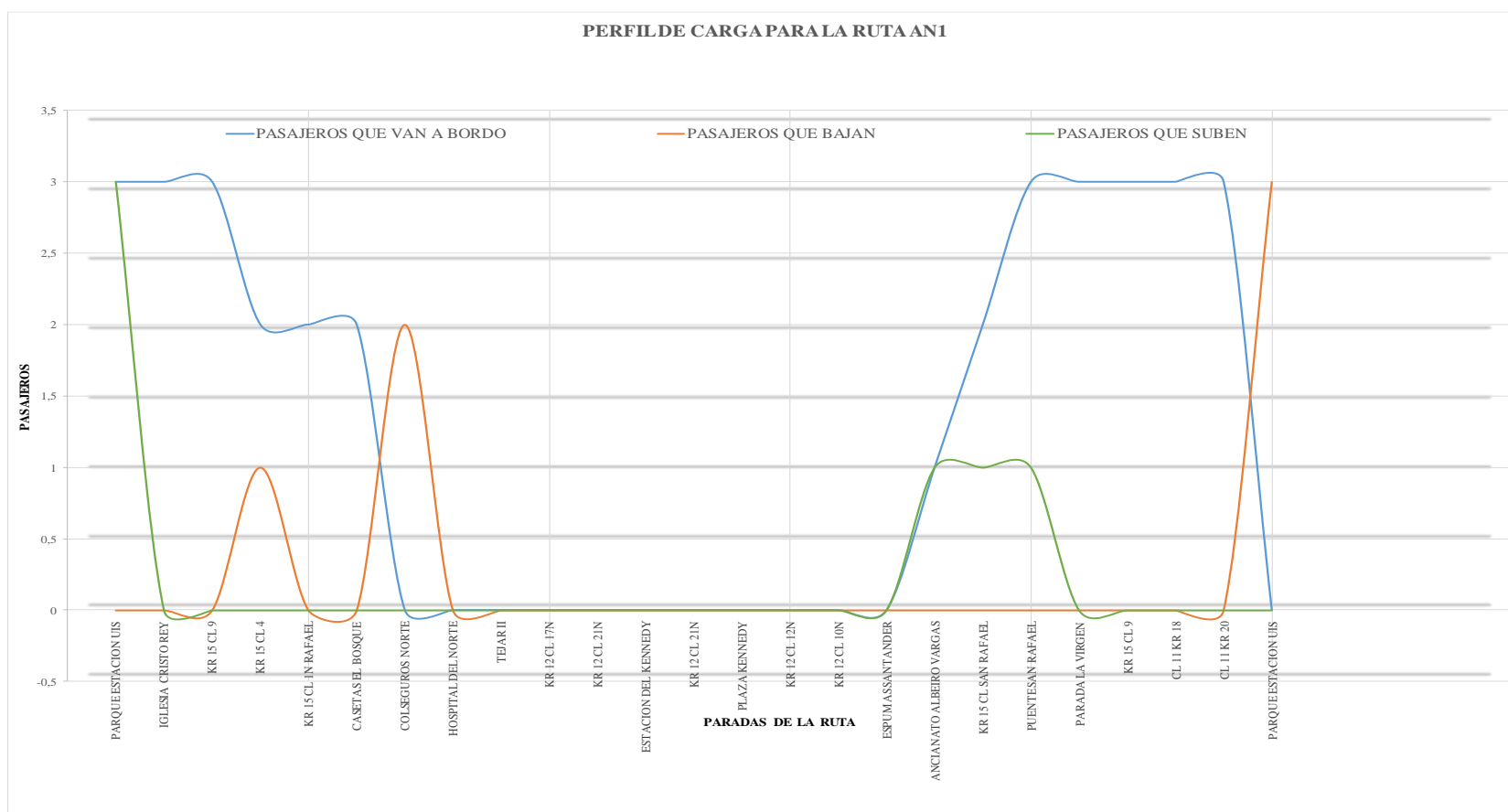
Anexo B. Perfil de carga para hora valle



Anexo C. Perfil de carga para hora pico



Anexo D. Perfil de carga para hora valle



Anexo E. tabla resumen de los atributos de las rutas

ATRIBUTOS													
RUTA	ESCENARIO	LONGITUD	CICLO	VELOCIDAD COMERCIAL O REAL	VELOCIDAD OPERACIONAL	DEMANDA DIARIA	CARGA MÁXIMA	INTERVALO	FLOTA	CAPACIDAD	IPK	EFICIENCIA	DESEMPEÑO
		Km	Minutos	Km/h	Km/h	Pasajeros	Pasajeros/min	min.	Buses	Pasajeros	Pasajeros/Km	Descriptiva	%
AN1	prom.	9,8	35,3	16,8	22,0	22	0,6	97,6	1	45	2,3	REGULAR	76%
	pico		40,0	14,7		41	1,0	43,9	1		4,2	BUENO	67%
	valle		33,0	17,8		6	0,2	247,5	1		0,6	PÉSIMO	81%
P2	pico	24,9	103,0	14,5	19,3	223	30,0	4,0	23	90	9,0	CONSOLIDADO	75%
	valle		90,0	16,6		63	6,0	16	5		2,5	REGULAR	86%