

**ESTUDIOS ENERGÉTICOS DE GASTOS DE COMBUSTIBLE ANUAL DEL PARQUE
AUTOMOTOR DE TRANSPORTE PÚBLICO CONVENCIONAL DEL ÁREA
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA.**

JEFREY JOHANY CASTRO ROSALES

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

2022

**ESTUDIOS ENERGÉTICOS DE GASTOS DE COMBUSTIBLE ANUAL DEL PARQUE
AUTOMOTOR DE TRANSPORTE PÚBLICO CONVENCIONAL DEL ÁREA
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA.**

JEFREY JOHANY CASTRO ROSALES

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil

Director:

LUIS DAVID ARÉVALO DURAN

Ingeniero civil

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

2022

DEDICATORIA

Este proyecto de grado va dedicado primeramente a Dios, por guiarme y brindarme sabiduría, paciencia y tranquilidad para desarrollar este proyecto de la mejor manera.

A mis padres Omar y Yolanda, quienes fueron un apoyo muy importante en esta hermosa etapa de mi vida, gracias a sus valores que han inculcado en mí y su sacrificio y entrega he podido llegar al punto donde estoy hoy, a portas de ser un profesional.

A mi mujer y mi hijo quienes son la fuente de mi inspiración y motivación para realizar todos los proyectos de mi vida, gracias por todo ese apoyo incondicional en buenos y malos momentos, gracias por estar siempre ahí disfrutando de mis logros y sufriendo cuando no se conseguían.

Al profesor Luis Arévalo por permitirme realizar este proyecto de grado, por su gran colaboración y sus enseñanzas.

Al grupo de la selección de futbol de la UIS por tan buenos momentos vividos, representar la UIS a nivel departamental y nacional fue y una de las experiencias más bonitas de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero manifestar mi agradecimiento a la universidad industrial de Santander por acogerme y permitirme vivir la mejor etapa de mi vida, por contribuir en mi formación tanto profesional como ética, fueron años de mucho aprendizaje que serán de gran importancia para el desarrollo de mi vida profesional.

De igual manera a todos los profesores que hicieron parte de este proceso y con su gran don comparten todo el conocimiento con nosotros, en especial al profesor Luis David Arévalo que, gracias a su experiencia, conocimiento y por su continuo acompañamiento puede lograr la elaboración de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. CASO DE ESTUDIO	13
2. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 EMPRESAS TRANSPORTE PUBLICO CONVENCIONAL (TPC) DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA (AMB).....	14
2.2 RUTAS TRANSPORTE PUBLICO CONVENCIONAL (TPC) DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA (AMB).....	15
2.3 DEMANDA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO CONVENCIONAL (TPC) DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA (AMB).....	18
2.4 PRECIO DEL COMBUSTIBLE PARA EL AÑO DE ESTUDIO	18
2.5 RELACIÓN RENDIMIENTO Y EDAD DE VEHÍCULO	19
3. METODOLOGÍA.....	22
3.1. TIEMPO DE RECORRIDO.....	22
3.2 VELOCIDAD COMERCIAL.	22
3.3 TIEMPO DE SERVICIO.....	23
3.4 INTERVALO.....	23
3.5 RECORRIDO PROMEDIO DIARIO (RPD).....	23
3.6 NÚMERO DE RECORRIDOS	23
3.7 FLOTA.....	24
3.8 RECORRIDO PROMEDIO ANUAL	26
3.9 FACTOR DE RENDIMIENTO.....	27

3.10 COSTO DE COMBUSTIBLE	30
4. RESULTADOS	31
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS	37
4.1.1 flota.....	37
4.1.2 RPD y RPA.....	38
4.1.3 costo de combustible.....	38
5. CONCLUSIONES.....	41
6. RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	47

LISTA DE FIGURAS

figura 1.	Empresas de transporte publico convencional (TPC).....	14
figura 2.	Disminución del rendimiento de combustible con la edad.	21
figura 3.	Composición de flota por modelo	28
figura 4.	RPA por empresa	35
figura 5.	Costo de combustible por empresa	36

LISTA DE TABLAS

tabla 1.	Datos de las rutas del TPC.....	15
tabla 2.	Precios de referencia de ACPM.	19
tabla 3.	Coeficientes de consumo de combustible.	20
tabla 4.	Parque automotor AMB	25
tabla 5.	Promedios parque automotor	25
tabla 6.	Promedios parque automotor	26
tabla 7.	Ponderado de las edades de los vehículos de la flota.....	28
tabla 8.	Factor de rendimiento buseta.....	29
tabla 9.	Cálculo de RPD y flota clasificado por ruta.	31
tabla 10.	RPD y flota asignado para cada empresa.	33
tabla 11.	Valores de RPA para cada empresa.	34
tabla 12.	Costo en pesos de combustible por empresa	35
tabla 13.	Consumo anual por empresa	37
tabla 14.	Histórico de costos de combustible por kilometro	39
tabla 15.	Histórico de costos de combustible por pasajero.	40
tabla 16.	Estimado de costos variables y tarifa con respecto al costo de combustible por kilómetro.....	40

LISTA DE ANEXOS

Los anexos están adjuntos y puede visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS.

ANEXO A. Análisis de gastos de combustible del parque automotor de transporte público convencional del AMB.

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIOS ENERGÉTICOS DE GASTOS DE COMBUSTIBLE ANUAL DEL PARQUE AUTOMOTOR DE TRANSPORTE PÚBLICO CONVENCIONAL DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA.

AUTOR: JEFREY JOHANY CASTRO ROSALES

PALABRAS CLAVE: INTERVALO, RENDIMIENTO, COSTO, CONSUMO, TRANSPORTE.

DESCRIPCIÓN:

El gasto de combustible es un factor que afecta entre el 50 y 63% del costo de operación del transporte público convencional, lo cual hace que sea muy importante para las empresas tener indicadores que arrojen valores verídicos que permitan identificar las realidades de sus flotas, es este proyecto se estudiara el gasto de combustible por empresa del transporte público convencional del área metropolitana e Bucaramanga (AMB), el proceso que se llevó a cabo empezó extrayendo valores que nos ofrece la página del AMB, como por ejemplo rutas, frecuencias de despacho, capacidades mínimas y máximas, con estos datos se procede a calcular los valores de recorridos diarios y la flota discriminada por empresa, ya con el recorrido diario se halla el recorrido anual. Posteriormente se procede a determinar la tipología de la flota por empresa ya que con esta se le asigna un factor de rendimiento inicial (km/gal) que más adelante será ajustado dependiendo del modelo de vehículo, buscamos el valor de combustible ajustado a este año (2022). Ya teniendo dichos valores se procede a calcular el costo de combustible anual discriminado por empresa. se evidencia falencias desde el registro de datos por ruta como incumplimientos en rutas y horarios lo que hace que se tergiverse el estudio y el control del gasto de combustible.

*Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías físico- mecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director: Luis David Arévalo Duran, ingeniero civil.

ABSTRACT

TITLE: ENERGY STUDIES OF ANNUAL FUEL COSTS OF THE AUTOMOTIVE FLEET OF CONVENTIONAL PUBLIC TRANSPORTATION OF THE METROPOLITAN AREA OF BUCARAMANGA.

AUTHORS: JEFREY JOHANY CASTRO ROSALES.

KEY WORDS: INTERVAL, EFFICIENCY, COST, CONSUMPTION, TRANSPORT

DESCRIPTION:

The cost of fuel is a factor that affects the operating cost of conventional public transport by 50% and 63%, which makes it very important for companies to have indicators that show true values that allow them to identify the realities of their fleets. This project is the cost of fuel by conventional public transport company of the metropolitan area of Bucaramanga (AMB) was studied, the process that was carried out began by extracting values that the AMB page offers us, such as routes, dispatch frequencies, minimum capacities and maximum, with these data we proceed to calculate the values of daily routes and the fleet discriminated by company, and with the daily route the annual route is found. Subsequently, the typology of the fleet is determined by company, since with this an initial performance factor (km/gal) is assigned, which will later be adjusted depending on the vehicle model, we look for the value of fuel adjusted to this year (2022). Having these values, we proceed to calculate the annual fuel cost broken down by company. shortcomings are evident from the recording of data by route, such as non-compliance in routes and schedules, which makes the study and control of fuel consumption distorted.

*Degree work

**Faculty of physical-mechanicals engineering. School of civil engineering. Director: Luis David Arevalo Duran, civil engineering.

INTRODUCCIÓN

El consumo energético hace parte de una de las externalidades del transporte, que debería ser controlados por los gobiernos locales mediante indicadores anuales, con el fin de establecer políticas de consumo, en pro del beneficio económico de la sociedad y del beneficio ambiental que supone el uso de combustibles fósiles.

El abuso en el uso del automóvil y en la última década de la motocicleta, son factores determinantes en el exceso de gasto de combustible, debido a que los usuarios de transporte, han resuelto resolver su forma de viaje de manera individual y no colectiva, por lo que se requieren estos indicadores de gastos de combustible para argumentar y comparar con otras regiones y comprobar la eficiencia de los medios de transporte colectivo, la bicicleta y la modalidad a pie, en procura de disminuir los costos de combustible.

Para esto se hace necesario analizar y determinar el consumo y costo energético anual de los vehículos de transporte público convencional (TPC) registrados en el área metropolitana, por efecto del consumo de combustible líquido, el cual permitirá tener unas bases de datos y plantillas para el cálculo de gasto de combustible anual para cada empresa, sabiendo que este ejercicio depende netamente de un control en las frecuencias de despacho de cada ruta y un análisis detallado y verídico de la velocidad comercial de cada ruta teniendo en cuenta factores como ascensos y descensos de pasajeros, tráfico entre otros.

1. CASO DE ESTUDIO

Con el presente estudio se busca hallar el consumo determinado por el indicador de rendimiento (km/gal) y el costo anual por causa del gasto de combustible teniendo en cuenta las 11 empresas que tienen jurisdicción en el área metropolitana de Bucaramanga (AMB).

Es muy claro que venimos de un confinamiento debido a la pandemia, la cual ha afectado considerablemente el transporte público convencional (TPC), debido a las normas propuestas por los gobiernos nacionales y locales de distanciamiento social, el cual ordenaba tener 2 metros de distancia, lo que hizo que se viera disminuida la capacidad en un 50% aproximadamente, en estos últimos años han habido incontables picos y valles de pandemia, la cual hace que dichas medidas sean más o menos rigurosas respectivamente. En este año se ha reactivado la economía y por consiguiente el transporte público volvió en gran parte a su normalidad de personas movilizadas, pero no en las rutas y frecuencias que están estipuladas en la página del área metropolitana de Bucaramanga (AMB), lo cual será una dificultad en el desarrollo de esta investigación.

A continuación, presentare los análisis realizados para el cálculo de recorridos diarios, flotas, rendimientos y costos de combustible del parque automotor de transporte publico convencional del área metropolitana de Bucaramanga, realizando un estudio para cada empresa que está radicada en el AMB y sus respectivos análisis de resultados y conclusiones de la investigación.

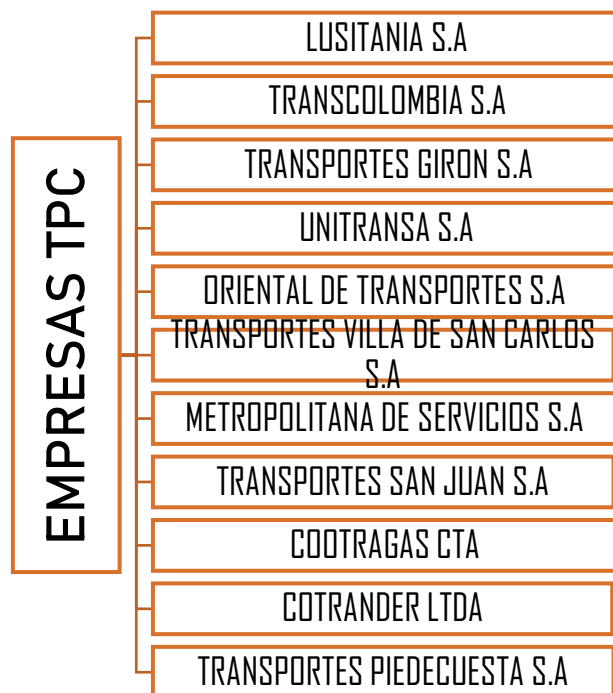
2. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de esta investigación se extraen datos de la página del área metropolitana de Bucaramanga (AMB) los cuales se le aplicaran los conceptos de ingeniería de transporte para el cálculo de los valores buscados identificando puntos claves que permitan hacer más preciso el estudio, los cuales se presentan a continuación.

2.1 EMPRESAS TRANSPORTE PUBLICO CONVENCIONAL (TPC) DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA (AMB)

Extrayendo los datos encontrados en la página del área metropolitana de Bucaramanga se determinó que son 11 empresas que están registradas y se encuentran operando en el AMB durante este año. (figura 1)

figura 1. Empresas de transporte publico convencional (TPC)



2.2 RUTAS TRANSPORTE PUBLICO CONVENCIONAL (TPC) DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA (AMB)

Visitando la página del AMB se evidenciaron 48 rutas las cuales en su momento estaban suspendidas o modificadas por la pandemia, pero en este año de reactivación según el AMB volvió a la normalidad, dichas rutas se presentarán a continuación con sus respectivos datos suministrados por la página del AMB como son frecuencia de despacho, capacidad mínima, capacidad máxima, longitud de ruta y las empresas que cubren dicha ruta.

tabla 1. Datos de las rutas del TPC.

RUTA	NOMBRE RUTA	EMPRESA	CAPACIDAD MIN	CAPACIDAD MAX	FRECUENCIA	LONG (KM)
1	CONVIVIR-MODELO-UIS	UNITRANSA S.A	18	23	5	27,17
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
2	BUENAVISTA – MORRORICO – CARRERA 9 – CANELOS – INEM	UNITRANSA S.A	18	22	6	26,82
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
3	LA JOYA – CENTRO – BUENAVISTA	UNITRANSA S.A	14	17	6	20,4
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
4	DON BOSCO-CARRERA 33-REAL DE MINAS	UNITRANSA S.A	18	23	6	27,85
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
5	ALTOS DE CARRIZAL – CALLE 45 – CABECERA – PORTON DEL TEJAR – CAMPANAZO	UNITRANSA S.A	22	27	6	33,17
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
6	JOYA – UIS – CARRERA 33 – LA VICTORIA	UNITRANSA S.A	16	20	6	24,32
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
7	LIMONCITO	UNITRANSA S.A	6	8	15	24
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
9	TRINIDAD – TERRAZAS – AV. QUEBRADASECA – SAN MIGUEL	UNITRANSA S.A	18	22	7	31,17
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
10	QUINTA ESTRELLA – REAL DE MINAS – REPOSO	UNITRANSA S.A	14	18	7	24,77
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				

11	BAHONDO – RINCON – CARRERA 33	UNITRANSA S.A	16	20	10	39,73
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
12	BAVARIA – CAFÉ – REAL DE MINAS – MUTIS	UNITRANSA S.A	14	17	8	26,68
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
13	LA FERIA – CENTRO – UIS – LA VICTORIA	UNITRANSA S.A	9	10	8	16,32
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
14	PUENTE TIERRA – CENTRO – CARRERA 33 – CIUDAD VALENCIA	UNITRANSA S.A	21	26	8	41,82
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
15	BOSCONIA – LOS ANGELES – CHAPINERO – CENTRO – REAL DE MINAS – INEM	UNITRANSA S.A	17	21	8	33,14
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
16	HAMACAS – CARRERA 33 – REPOSO	UNITRANSA S.A	17	21	8	33,95
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
17	CAFÉ – INEM	UNITRANSA S.A	11	14	8	22,08
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
20	MONTERREDONDO – CARRERA 33 – VILLA ROSA	UNITRANSA S.A	15	19	8	29,91
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
21	PABLON-CARRERA33-ESTORAQUES	UNITRANSA S.A	24	30	8	48,55
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
22	MARIA PAZ – CANELOS – MONTERREDONDO	UNITRANSA S.A	16	20	8	32,56
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
23	VILLA ROSA – REAL DE MINAS – INEM	UNITRANSA S.A	19	24	8	37,7
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
24	COLORADOS – REAL DE MINAS – MUTIS	UNITRANSA S.A	24	30	8	47,84
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
25	BETANIA-REAL DE MINAS-INEM	UNITRANSA S.A	18	22	8	34,68
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				

26	CUMBRE – EL CARMEN – TRANSVERSAL – CARRERA 33 – PINOS	UNITRANSA S.A	13	16	8	27,85
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
27	CARACOLÍ-CARRETERA ANTIGUA-CARRERA 33-CENTRO	LUSITANIA S.A	18	20	6	25,54
28	LAURELES – OASIS – REPOSO – CARRETERA ANTIGUA – GONZÁLES VALENCIA – CARRERA 16 – CENTRO	LUSITANIA S.A	16	17	6	22,4
28 A	CUMBRE-REPOSO-CARRERA 36	LUSITANIA S.A	20	22	4	19,2
29	ESTORAQUES – PINOS	ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	17	21	7	21,7
30	MIRADOR DE ARENALES – POBLADO – CENTRO – CARRERA 22	TRANSPORTES GIRON S.A	20	22	9	34,9
31	BAHONDO – CARRERA 33	TRANSPORTES GIRON S.A	24	27	7	35,2
32	BELLAVISTA – POBLADO – REAL DE MINAS – UIS	TRANSPORTES GIRON S.A	12	13	7	31,9
33	CARACOLÍ	UNITRANSA S.A	8	10	13	29,17
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
34	BAHONDO – POBLADO – CALLE 45 – K33	UNITRANSA S.A	17	21	10	42,84
		TRANSCOLOMBIA S.A				
		COTRANDER LTDA				
35	BAHONDO – RINCON – REAL DE MINAS – UIS	TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	13	16	10	34,7
37	BRISAS DEL CAMPO – RINCÓN – UIS	METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A	11	13	9	36,3
38	CAFÉ – PALENQUE – PUERTA DEL SOL – UIS	METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A	12	14	10	53,4
39	BRISAS DEL CAMPO – RINCÓN – REAL DE MINAS – UIS	ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	18	23	8	32,2
40	CAMPIÑA – POBLADO – CARRERA 33	COOTRAGAS CTA	13	14	10	24,3
41	CARACOLÍ – TRANSVERSAL ORIENTAL – HIPINTO – CARRERA 21 – CENTRO	LUSITANIA S.A	10	11	9	21,8
42	LA MESETA – RINCON- REAL DE MINAS – CENTRO – UIS	ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	12	13	8	37,45
43	LA MESETA-POBLADO-RELA DE MINAS-CENTRO-UIS-CRA 33	ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	10	12	8	17,7
44	FLORIDA – TERMINAL – GIRÓN	TRANSPORTES SAN JUAN S.A	21	24	6	25,8
45	MIRADOR DE ARENALES – POBLADO – REAL DE MINAS – CARRERA 36 – UIS	TRANSPORTES SAN JUAN S.A	12	13	8	28,5
46	BRISAS DEL CAMPO – POBLADO – REAL DE MINAS – UIS	TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	14	17	6	22,2
47	MIRADOR DE ARENALES – POBLADO – RINCON – FLORIDABLANCA	TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	7	9	12	32
48	CARRIZAL – CARRERA 33	TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	6	8	18	32
49	PIEDECUESTA – ANILLO VIAL – GIRON – KENNEDY	TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	37	40	5	56,6
50	PIEDECUESTA – FLORIDABLANCA – CARRETERA ANTIGUA – CARRERA 33	TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	30	38	6	50,3
		TRANSPORTES VILLA DE SAN CARLOS S.A				
		TRANSPORTES SAN JUAN S.A				
51	PIEDECUESTA – FLORIDABLANCA – CARRETERA ANTIGUA – CARRERA 21	TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	39	43	5	48

Fuente: elaboración propia

2.3 DEMANDA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO CONVENCIONAL (TPC) DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA (AMB).

Es importante tener en cuenta para el cálculo del recorrido promedio anual (RPA), los días que más demanda tiene el sistema, puesto que de esto dependerá el número de viajes que se realicen en un día y por consiguiente el recorrido promedio diario (RPD), se debe realizar una discriminación por día hábil, sábado, domingo y festivos. Según el manual de cálculo de tarifas DNP “el día sábado, la demanda es el 70% de la demanda de un día hábil, el día domingo, el 40% de un día hábil, y para los días festivos, el 30% de un hábil” ¹.

2.4 PRECIO DEL COMBUSTIBLE PARA EL AÑO DE ESTUDIO

Los precios del combustible varían a medida que transcurre el tiempo, también varían dependiendo de la ciudad y para ser más específico de la estación de servicio, para esta investigación se asumirá un precio fijo extraído de la página del sistema de información de petróleo y gas colombiano (SIPG), para la ciudad de Bucaramanga en el mes de julio, el cual nos arroja un valor de 9075,53 (\$/galón).

¹ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Manual de cálculo de tarifa del sistema estratégico de transporte publico coleccionario-2008. Bogotá D.C. Colombia. 2008. P.31.

tabla 2. Precios de referencia de ACPM.

PRECIOS DE REFERENCIA ACPM EN ALGUNAS CIUDADES DEL PAÍS [\$/Galón]	
julio-22	
CIUDAD	BUCARAMANGA
PORCENTAJE DE MEZCLA POR CIUDAD	10%
INGRESO AL PRODUCTOR	6.207,27
IMPUESTO NACIONAL	505,01
IVA	194,87
IMPUESTO AL CARBONO	171,9
TARIFA MARCACIÓN	8,63
TARIFA DE TRANSPORTE POLIDUCTOS	166,98
TRANSPORTE BIOCOMBUSTIBLE	58,57
MARGEN PLAN DE CONTINUIDAD	0,00
PRECIO MAXIMO DE VENTA DISTRIBUIDOR MAYORISTA	7.313,24
MARGEN DISTRIBUIDOR MAYORISTA	460,70
IVA MARGEN DISTRIBUIDOR MAYORISTA	87,53
PRECIO MAXIMO DE VENTA PLANTA DE ABASTO	7.861,47
MARGEN DISTRIBUIDOR MINORISTA	845,12
TRANSPORTE PLANTA DE ABASTO A ESTACIÓN DE SERVICIO	67,94
SOBRETASA	301,00
PRECIO MAXIMO DE VENTA PUBLICO ESTACION	9.075,53

Fuente: sistema de información de petróleo y gas colombiano (SIPG).

2.5 RELACIÓN RENDIMIENTO Y EDAD DE VEHÍCULO

“Para hallar los coeficientes de consumo se pueden extraer de los proveedores o haciendo medidas directas a los vehículos”², en el manual de cálculo de tarifas DNP encontramos una tabla que relaciona la tipología del vehículo con un factor de rendimiento asignado, dicha tabla se presentara a continuación.

²DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Manual de cálculo de tarifa del sistema estratégico de transporte publico coleccionivo-2008. Bogotá D.C. Colombia. 2008. P.7.

tabla 3. Coeficientes de consumo de combustible.

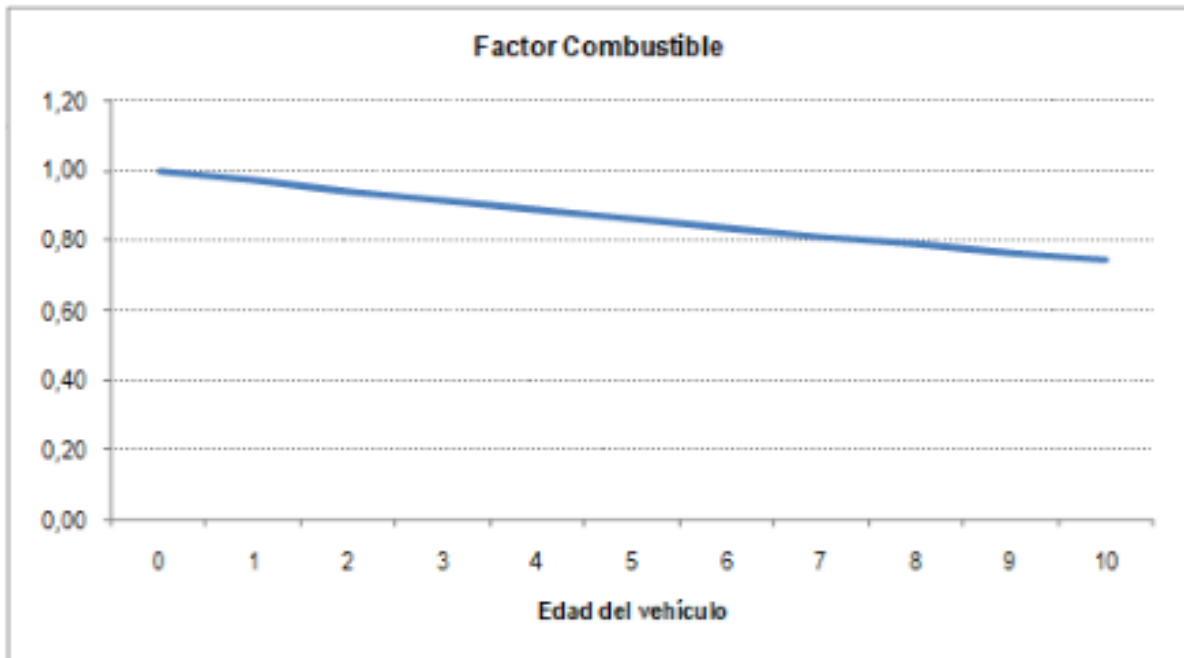
Tipo Vehículo	Tipo Combustible	Unidad	Coeficiente
BUS105	Diesel	km/Gl	6,00
BUS80	Diesel	km/Gl	8,00
BUS60	Diesel	km/Gl	10,00
BUSETON	Diesel	km/Gl	14,50
BUSETA	Diesel	km/Gl	14,50
MICROBUS	Gasolina Corriente	km/Gl	20,00

Fuente. Manual de cálculo de tarifas DNP.2008

“Este coeficiente se podrá ajustar con respecto a la edad promedio de los vehículos que pertenecen a la flota, sabiendo que el deterioro normal del motor al transcurrir los años incrementa el consumo de combustible”³, el manual de cálculo de tarifas DNP nos facilita una tabla la cual representa la disminución de rendimiento en el transcurso de la edad del vehículo.

³DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Manual de cálculo de tarifa del sistema estratégico de transporte publico coleccionivo-2008. Bogotá D.C. Colombia. 2008. P.7.

figura 2. Disminución del rendimiento de combustible con la edad.



Fuente. Manual de cálculo de tarifas DNP.2008

La ecuación de la recta se hallará continuación de la siguiente manera:

$$\text{punto 1} = (0 ; 1,0143)$$

$$\text{punto 2} = (0,5 ; 1)$$

$$\text{punto 3} = (7,5 ; 0,8)$$

$$m = \frac{0,8 - 1}{7,5 - 0,5} = -\frac{1}{35}$$

$$\text{factor de rendimiento} = 1,0143 - \text{edad} * \frac{1}{35}$$

3. METODOLOGÍA

Para el cálculo de consumo y costo de combustible de la flota de buses del transporte público convencional (TPC) del área metropolitana de Bucaramanga (AMB), se tienen parámetros conocidos como empresas vinculadas y las diferentes rutas con sus respectivos indicadores como lo son: longitud, frecuencia capacidad mínima y capacidad máxima como se planteaba en la tabla 1. Otros parámetros los tendremos que calcular con el fin de llegar a los objetivos propuestos.

3.1. TIEMPO DE RECORRIDO

El tiempo de recorrido o ciclo que hace referencia al tiempo que toma un vehículo en hacer una determinada ruta, está dada por la siguiente relación:

$$ciclo = \frac{frecuencia}{capacidad\ min} \quad (2)$$

Obteniendo los valores de frecuencia y de capacidad min de la base de datos del AMB se calcula el ciclo para cada una de las rutas.

3.2 VELOCIDAD COMERCIAL.

Esta velocidad se refiere a la velocidad que tiene el vehículo durante un ciclo, y está dada por la siguiente expresión:

$$vel\ comercial = \frac{longitud\ de\ ruta}{ciclo} \quad (3)$$

Esta velocidad tiene en cuenta ascensos y descensos de pasajeros, congestión vehicular, horas pico y horas valle, lo cual implica que como no tenemos rutas exclusivas esta velocidad sea muy baja.

3.3 TIEMPO DE SERVICIO.

Dado a la poca información que la página del área metropolitana de Bucaramanga (AMB) tiene registrada sobre horas de inicio y de fin de servicio, para el cálculo del tiempo de servicio promedio diario de la flota de vehículos de transporte público convencional (TPC), se asume que el tiempo de servicio promedio diario es de 14 horas.

3.4 INTERVALO

El intervalo es la medida que tenemos para saber cuántos despachos se realizan por día en una ruta de terminada la cual se puede relacionar de la siguiente manera:

$$\text{intervalo} = \frac{\text{tiempo de servicio}}{\text{frecuencia}} \quad (4)$$

3.5 RECORRIDO PROMEDIO DIARIO (RPD)

El recorrido promedio diario es la cantidad de kilómetros recorridos por una flota en una ruta determinada y es calculada de la siguiente manera:

$$RPD = \text{intervalo} * \text{longitud de ruta} \quad (5)$$

3.6 NÚMERO DE RECORRIDOS

Es el número de recorridos que realiza una flota en un día está relacionado de la siguiente manera:

$$\text{intervalo} = \frac{\text{tiempo de servicio}}{\text{frecuencia}} \quad (6)$$

3.7 FLOTA

“Se define así a los vehículos designados para la prestación del servicio de transporte. La flota operacional corresponde a la cantidad de vehículos que diariamente se asignan para la prestación del servicio. La flota de reserva corresponde a los vehículos adicionales que deben disponer las empresas para la prestación del servicio y que permite atender eventuales fallas en el servicio o para los planes de mantenimiento de la flota.”⁴ y se calculó con la siguiente expresión:

$$flota = 1.1 * \left(\frac{RPD}{long\ de\ ruta * n^o\ recorridos} \right) \quad (7)$$

Se multiplica por el factor de 1.1 con el fin de incluir la flota de reserva.

En este punto se conoce la flota para cada ruta, necesitamos para este estudio los valores por empresa. Se procede a contar el número de vehículos que le corresponde a cada empresa, encontrando una particularidad, las empresas UNITRANSA S.A, TRANSCOLOMBIA S.A y COTRANDER LTDA, cubren las mismas rutas y por consiguiente la flota para cada empresa teóricamente sería igual, para hacer este estudio más cercano a la realidad, se hace un estudio estadístico con los valores de las flotas del año 2009 al año 2014, que es el registro que se encontró en la base de datos del área metropolitana de Bucaramanga (AMB).

⁴DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Manual de cálculo de tarifa del sistema estratégico de transporte publico coleccionario-2008. Bogotá D.C. Colombia. 2008. P.5.

tabla 4. Parque automotor AMB

EMPRESA	PARQUE AUTOMOTOR					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
VILLA DE SAN CARLOS S.A.	101	76	76	62	62	62
UNITRANSA S.A.	514	372	372	238	238	238
TRANSPORTES SAN JUAN S.A.	87	63	63	54	54	54
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A.	231	176	176	128	128	128
TRANSPORTES GIRON S.A.	138	98	98	81	81	81
TRANSCOLOMBIA S.A.	316	227	227	144	144	144
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	131	94	94	69	69	69
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A.	63	45	45	27	27	27
LUSITANIA S.A.	199	144	144	108	108	108
COTRANDER LTDA.	278	200	200	130	130	130
COOTRAGAS CTA.	38	28	28	21	21	21
TOTAL	2096	1523	1523	1062	1062	1062

Fuente: área metropolitana de Bucaramanga.

tabla 5. Promedios parque automotor

	2009	2010	2011	2012
UNITRANSA S.A	24,52	24,43	24,43	22,41
TRANSCOLOMBIA S.A	15,08	14,90	14,90	13,56
COTRANDER LTDA	13,26	13,13	13,13	12,24

	2013	2014	PROM	PARCIALES
UNITRANSA S.A	22,41	22,41	23,59	47%
TRANSCOLOMBIA S.A	13,56	13,56	14,26	28%
COTRANDER LTDA	12,24	12,24	12,71	25%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 5 se muestran los promedios de los porcentajes del parque automotor por empresa con respecto al parque automotor total, para cada año, se halla un porcentaje por empresa quien actuara como factor con respecto al total de la flota de esas tres empresas.

tabla 6. Promedios parque automotor

	2009	2010	2011	2012
TRANSPORTES SAN JUAN S.A	4,15	4,14	4,14	5,08
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	11,02	11,56	11,56	12,05
TRANSPORTES VIILA DE SAN CARLOS S.A	4,82	4,99	4,99	5,84

	2013	2014	PROM	PARCIALES
TRANSPORTES SAN JUAN S.A	5,08	5,08	4,61	21%
TRANSPORTES PIEDESCUESTA S.A	12,05	12,05	11,72	54%
TRANSPORTES VIILA DE SAN CARLOS S.A	5,84	5,84	5,39	25%

Fuente: elaboración propia.

Se presenta un caso similar con las empresas TRANSPORTES SAN JUAN S.A, TRANSPORTES PIEDESCUETA S.A, TRANSPORTES VILLA DE SAN CARLOS S.A, el cual aplicamos el mismo proceso.

3.8 RECORRIDO PROMEDIO ANUAL

Para el cálculo de recorrido promedio anual se debe tener en cuenta lo mencionada en el ítem 2.3, la demanda es diferente para días hábiles, sábados, domingos y festivos, los cuales se discriminan con un porcentaje con respecto al día hábil. para el año 2022

tenemos un total de 246 días hábiles, 53 sábados, 52 domingos y 14 festivos, para un total de 365 días, calculando de la siguiente manera:

$$\text{recorrido dia habil} = RPA * 246 * 100\% \text{ (8)}$$

$$\text{recorrido sabado} = RPA * 53 * 70\% \text{ (9)}$$

$$\text{recorrido domingo} = RPA * 52 * 40\% \text{ (10)}$$

$$\text{recorrido festivo} = RPA * 14 * 30\% \text{ (11)}$$

$$RPA = \sum \text{recorridos} \text{ (12)}$$

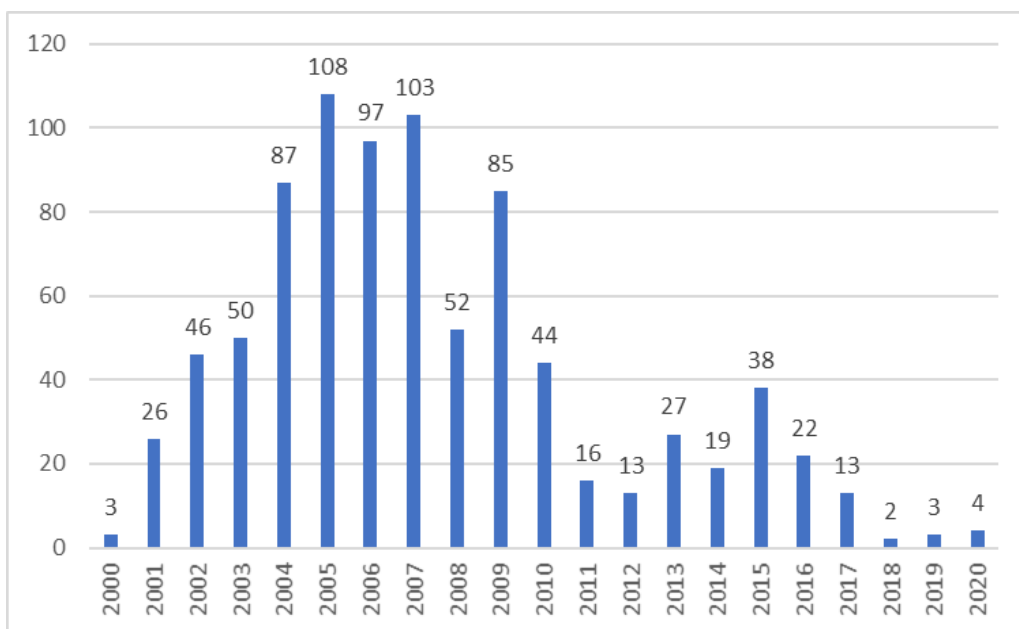
3.9 FACTOR DE RENDIMIENTO

Para el cálculo del factor de rendimiento se tomó como el “vehículo promedio la buseta”⁵ la cual tiene un factor de rendimiento de 14,5

Sabiendo que el rendimiento varía en el tiempo de uso del vehículo como se describe en la ecuación 1, se procede a hallar la edad promedio de los vehículos, teniendo en cuenta la siguiente figura:

⁵ ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA AUTORIDAD DE TRANSPORTE METROPOLITANO. Cálculo de la estructura de costos para la tarifa 2021 en las diferentes modalidades-2021. Bucaramanga. Colombia. P.13

figura 3. Composición de flota por modelo



Fuente: Cálculo de la estructura de costos para la tarifa 2021

Se realiza un promedio ponderado, con el fin de establecer el peso que tiene el número de vehículos para cada año con respecto al total y llegar a un valor más exacto de año promedio del vehículo para el análisis de esta investigación.

tabla 7. Ponderado de las edades de los vehículos de la flota.

AÑO	VEH	%	PONDERADO	PRODUCTO
2000	3	0,0035	0,01	21,0
2001	26	0,0303	0,79	1576,5
2002	46	0,0536	2,47	4937,3
2003	50	0,0583	2,91	5836,2
2004	87	0,1014	8,82	17678,6
2005	108	0,1259	13,59	27256,8
2006	97	0,1131	10,97	21998,2
2007	103	0,1200	12,36	24816,2
2008	52	0,0606	3,15	6328,2
2009	85	0,0991	8,42	16917,3
2010	44	0,0513	2,26	4535,4
2011	16	0,0186	0,30	600,0

2012	13	0,0152	0,20	396,3
2013	27	0,0315	0,85	1710,3
2014	19	0,0221	0,42	847,4
2015	38	0,0443	1,68	3391,2
2016	22	0,0256	0,56	1137,2
2017	13	0,0152	0,20	397,3
2018	2	0,0023	0,00	9,4
2019	3	0,0035	0,01	21,2
2020	4	0,0047	0,02	37,7
2021	0	0,0000	0,00	0,0
2022	0	0,0000	0,00	0,0
2023	0	0,0000	0,00	0,0
	858	1,00	70,00	140449,83

Fuente: elaboración propia.

La tabla 7 muestra el proceso para calcular el promedio ponderado de la edad del vehículo. En la columna “%” se saca el porcentaje de vehículos por año con respecto al total de vehículos, en la columna “ponderado” se saca el valor ponderado de vehículos multiplicando la columna “%” por la columna “veh”, por último, en la columna “producto” se multiplica la columna “ponderado” por la columna “año” con el fin de sacar el promedio con respecto al año, por último, se hacen las respectivas sumatorias.

tabla 8. Factor de rendimiento buseta.

PROMEDIO	2006,49
EDAD	16,51
F.R	0,543
BUSETA	7,8687

Fuente: elaboración propia.

La tabla 8 muestra los cálculos para hallar el factor de rendimiento para nuestro vehículo promedio el cual fue la buseta, el promedio se obtiene al dividir la sumatoria de la columna “producto” sobre la sumatoria de la columna “ponderado”, la edad es restar el promedio con respecto al vehículo último modelo, que para nuestro estudio es 2023, el factor de rendimiento es hallado con la ecuación 1, finalmente el factor de rendimiento para una buseta es simplemente multiplicar su coeficiente de consumo que es de 14,5 tabla 3, por el factor de rendimiento.

3.10 COSTO DE COMBUSTIBLE

Finalmente se calcula un factor de costo de combustible por kilómetro recorrido el cual está dado por la siguiente ecuación:

$$factor\ costo = \frac{valor\ galon}{rendimiento} \quad (13)$$

Este factor finalmente es multiplicado por el recorrido promedio anual (RPA) y hallar el costo total de combustible el cual esta discriminado por empresa.

Para el cálculo de los anteriores parámetros se ajustan las unidades de manera adecuada, por ejemplo, en los tiempos se deben ajustar a horas o minutos según corresponda el caso.

4. RESULTADOS

En las siguientes tablas se tabula los valores correspondientes a los parámetros propuestos en la metodología.

La primera tabla muestra los valores correspondientes a los parámetros que relacionan el cálculo del recorrido promedio diario (RPD) y la flota, esto determinado para cada ruta.

tabla 9. Cálculo de RPD y flota clasificado por ruta.

RUTA	TIEMPO RECORRIDO (CICLO) MIN	VELOCIDAD (KM/H)	TIEMPO DE SERVICIO (H)	INTERVALO (DESPACHOS/DIA)	RPD	T DE VIAJE	Nº RECORRIDOS	FLOTA
1	90	18,11	14	168,00	4564,56	1,50	9	20
2	108	14,90	14	140,00	3754,80	1,80	8	20
3	84	14,57	14	140,00	2856,00	1,40	10	15
4	108	15,47	14	140,00	3899,00	1,80	8	20
5	132	15,08	14	140,00	4643,80	2,20	6	24
6	96	15,20	14	140,00	3404,80	1,60	9	18
7	90	16,00	14	56,00	1344,00	1,50	9	7
9	126	14,84	14	120,00	3740,40	2,10	7	20
10	98	15,17	14	120,00	2972,40	1,63	9	15
11	160	14,90	14	84,00	3337,32	2,67	5	18
12	112	14,29	14	105,00	2801,40	1,87	8	15
13	72	13,60	14	105,00	1713,60	1,20	12	10
14	168	14,94	14	105,00	4391,10	2,80	5	23
15	136	14,62	14	105,00	3479,70	2,27	6	19
16	136	14,98	14	105,00	3564,75	2,27	6	19
17	88	15,05	14	105,00	2318,40	1,47	10	12
20	120	14,96	14	105,00	3140,55	2,00	7	17
21	192	15,17	14	105,00	5097,75	3,20	4	26
22	128	15,26	14	105,00	3418,80	2,13	7	18

23	152	14,88	14	105,00	3958,50	2,53	6	21
24	192	14,95	14	105,00	5023,20	3,20	4	26
25	144	14,45	14	105,00	3641,40	2,40	6	20
26	104	16,07	14	105,00	2924,25	1,73	8	14
27	108	14,19	14	140,00	3575,60	1,80	8	20
28	96	14,00	14	140,00	3136,00	1,60	9	18
28 A	80	14,40	14	210,00	4032,00	1,33	11	22
29	119	10,94	14	120,00	2604,00	1,98	7	19
30	180	11,63	14	93,33	3257,33	3,00	5	22
31	168	12,57	14	120,00	4224,00	2,80	5	26
32	84	22,79	14	120,00	3828,00	1,40	10	13
33	104	16,83	14	64,62	1884,83	1,73	8	9
34	170	15,12	14	84,00	3598,56	2,83	5	19
35	130	16,02	14	84,00	2914,80	2,17	6	14
37	99	22,00	14	93,33	3388,00	1,65	8	12
38	120	26,70	14	84,00	4485,60	2,00	7	13
39	144	13,42	14	105,00	3381,00	2,40	6	20
40	130	11,22	14	84,00	2041,20	2,17	6	14
41	90	14,53	14	93,33	2034,67	1,50	9	11
42	96	23,41	14	105,00	3932,25	1,60	9	13
43	80	13,28	14	105,00	1858,50	1,33	11	11
44	126	12,29	14	140,00	3612,00	2,10	7	23
45	96	17,81	14	105,00	2992,50	1,60	9	13
46	84	15,86	14	140,00	3108,00	1,40	10	15
47	84	22,86	14	70,00	2240,00	1,40	10	8
48	108	17,78	14	46,67	1493,33	1,80	8	7
49	185	18,36	14	168,00	9508,80	3,08	5	41
50	180	16,77	14	140,00	7042,00	3,00	5	33
51	195	14,77	14	168,00	8064,00	3,25	4	43

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 9 se extraen los datos del número de rutas, longitud total, flota y RPD con el fin de asignar los valores correspondientes de dichos parámetros para cada empresa matriculada en el área metropolitana de Bucaramanga (AMB), los cuales se encuentra plasmado en la siguiente tabla.

tabla 10. RPD y flota asignado para cada empresa.

EMPRESAS	Nº DE RUTAS	LONG TOTAL (KM)
LUSITANIA S.A	4	88,94
TRANSCOLOMBIA S.A	25	784,49
TRANSPORTES GIRON S.A	3	102
UNITRANSA S.A	25	784,49
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	4	109,05
TRANSPORTES VIILA DE SAN CARLOS S.A	1	50,3
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A	2	89,7
TRANSPORTES SAN JUAN S.A	3	104,6
COOTRAGAS CTA	1	24,3
COTRANDER LTDA	25	784,49
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	7	275,8
		3198,16

EMPRESAS	FLOTA	RPD (KM)
LUSITANIA S.A	70	12778
TRANSCOLOMBIA S.A	125	24109
TRANSPORTES GIRON S.A	62	11309
UNITRANSA S.A	207	39880
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	63	11776
TRANSPORTES VIILA DE SAN CARLOS S.A	8	1747
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A	25	7874
TRANSPORTES SAN JUAN S.A	43	8101
COOTRAGAS CTA	14	2041
COTRANDER LTDA	111	21485
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	145	31128
	875	172227

Fuente: elaboración propia.

Con los valores de recorrido promedio diario (RPD) para cada empresa, se calcula el recorrido promedio anual, de acuerdo al ítem 3,8, el cual se presentará en la siguiente tabla.

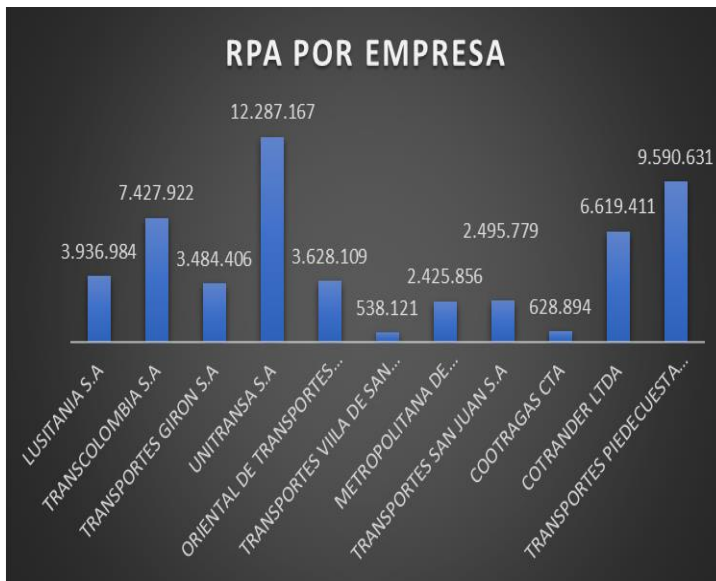
tabla 11. Valores de RPA para cada empresa.

EMPRESAS	RPD (KM)	DIA HABIL	SABADO
LUSITANIA S.A	12778	3.143.454	474.074
TRANSCOLOMBIA S.A	24109	5.930.765	894.437
TRANSPORTES GIRON S.A	11309	2.782.096	419.576
UNITRANSA S.A	39880	9.810.591	1.479.565
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	11776	2.896.835	436.880
TRANSPORTES VIILA DE SAN CARLOS S.A	1747	429.658	64.798
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A	7874	1.936.906	292.111
TRANSPORTES SAN JUAN S.A	8101	1.992.735	300.530
COOTRAGAS CTA	2041	502.135	75.729
COTRANDER LTDA	21485	5.285.216	797.079
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	31128	7.657.563	1.154.860
TOTAL	172227	42.367.954	6.389.639

EMPRESAS	DOMINGO	FESTIVO	RPA (KM)
LUSITANIA S.A	265.788	53.669	3.936.984
TRANSCOLOMBIA S.A	501.463	101.257	7.427.922
TRANSPORTES GIRON S.A	235.234	47.499	3.484.406
UNITRANSA S.A	829.513	167.498	12.287.167
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	244.936	49.458	3.628.109
TRANSPORTES VIILA DE SAN CARLOS S.A	36.329	7.336	538.121
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A	163.771	33.069	2.425.856
TRANSPORTES SAN JUAN S.A	168.491	34.022	2.495.779
COOTRAGAS CTA	42.457	8.573	628.894
COTRANDER LTDA	446.880	90.235	6.619.411
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	647.469	130.739	9.590.631
TOTAL	3.582.331	723.355	53.063.279

Fuente: elaboración propia.

figura 4. RPA por empresa



Fuente: elaboración propia.

Finalmente se procede a calcular el costo de combustible con los valores calculados y hallados de RPA, rendimiento y valor comercial de Diesel y obtenemos la siguiente tabla.

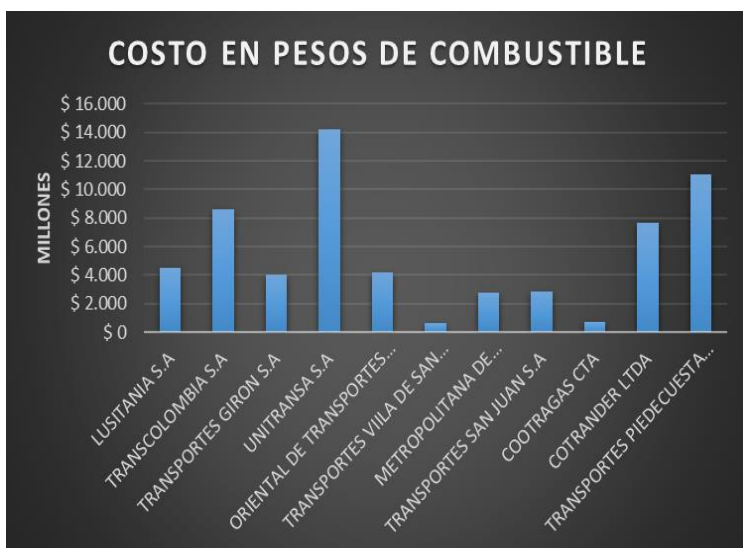
tabla 12. Costo en pesos de combustible por empresa

EMPRESAS	RPA (KM)	VALOR GALON (\$/GAL)	RENDIMIENTO (KM/GAL)
LUSITANIA S.A	3.936.984	\$ 9.076	7,87
TRANSCOLOMBIA S.A	7.427.922	\$ 9.076	7,87
TRANSPORTES GIRON S.A	3.484.406	\$ 9.076	7,87
UNITRANSA S.A	12.287.167	\$ 9.076	7,87
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	3.628.109	\$ 9.076	7,87
TRANSPORTES VILLA DE SAN CARLOS S.A	538.121	\$ 9.076	7,87
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A	2.425.856	\$ 9.076	7,87
TRANSPORTES SAN JUAN S.A	2.495.779	\$ 9.076	7,87
COOTRAGAS CTA	628.894	\$ 9.076	7,87
COTRANDER LTDA	6.619.411	\$ 9.076	7,87
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	9.590.631	\$ 9.076	7,87
TOTAL	53.063.279	\$ 9.076	7,87

EMPRESAS	COSTO DE COMBUSTIBLE (\$/KM)	TOTAL (\$)
LUSITANIA S.A	\$ 1.153	\$ 4.540.796.630
TRANSCOLOMBIA S.A	\$ 1.153	\$ 8.567.137.063
TRANSPORTES GIRON S.A	\$ 1.153	\$ 4.018.806.621
UNITRANSA S.A	\$ 1.153	\$ 14.171.641.750
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	\$ 1.153	\$ 4.184.549.228
TRANSPORTES VIILA DE SAN CARLOS S.A	\$ 1.153	\$ 620.652.144
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A	\$ 1.153	\$ 2.797.908.142
TRANSPORTES SAN JUAN S.A	\$ 1.153	\$ 2.878.555.564
COOTRAGAS CTA	\$ 1.153	\$ 725.346.741
COTRANDER LTDA	\$ 1.153	\$ 7.634.625.848
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	\$ 1.153	\$ 11.061.539.414
TOTAL	\$ 1.153	\$ 61.201.559.144

Fuente: elaboración propia.

figura 5. Costo de combustible por empresa



Fuente: elaboración propia.

También podemos hallar el consumo anual en galones discriminados por empresa, relacionando el costo de combustible en pesos sobre el valor de un galón de ACPM, en la siguiente tabla se muestran dichos valores.

tabla 13. Consumo anual por empresa

EMPRESAS	CONSUMO (GAL)
LUSITANIA S.A	500.334
TRANSCOLOMBIA S.A	943.982
TRANSPORTES GIRON S.A	442.818
UNITRANSA S.A	1.561.522
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A	461.080
TRANSPORTES VIILA DE SAN CARLOS S	68.387
METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A	308.291
TRANSPORTES SAN JUAN S.A	317.178
COOTRAGAS CTA	79.923
COTRANDER LTDA	841.232
TRANSPORTES PIEDECUESTA S.A	1.218.831
TOTAL	6.743.580

Fuente: elaboración propia.

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1 flota

La flota que se calculó en este proyecto tiene un total de 875 vehículos, el cual tiene un margen de error puesto que los valores obtenidos de la base de datos del área metropolitana de Bucaramanga, pueden tener valores que no son verídicos, pero al hacer un análisis comparativo con estos últimos años, "por ejemplo con el año 2019 que su parque automotor es de 951 vehículos, el año 2020 que su parque automotor es de 906

y para el año 2021 que su parque automotor es de 858”⁶, se puede observar un comportamiento de descenso en el registro de vehículos matriculados en el área metropolitana de Bucaramanga.

Cabe resaltar que venimos en una situación de salubridad publica, la cual por unos meses estuvimos en confinamiento y se pausaron todas las actividades. Se ha venido retornando a la normalidad de manera progresiva y esto ha afectado de cierta manera el transporte público convencional por las restricciones propuesta por los gobiernos nacionales y locales.

además de esta contingencia en los últimos años se observa una disminución en la demanda en el uso del transporte público colectivo por la implementación del SITM.

Según la investigación se observa que en este año ha habido un incremento en el parque automotor, por razones de la reactivación económica.

4.1.2 RPD y RPA

Con respecto a los recorridos promedios, dependen netamente de valores brindados por la base de datos del área metropolitana de Bucaramanga, los cuales pueden tener un margen de error.

4.1.3 costo de combustible

El costo de combustible si está ligado a parámetros que varían a medida que transcurre el tiempo, como lo son el rendimiento y el costo de combustible por galón.

⁶ (ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA AUTORIDAD DE TRANSPORTE METROPOLITANO. Cálculo de la estructura de costos para las tarifas en las diferentes modalidades. Bucaramanga. Colombia. P.5

El rendimiento depende netamente de la tipología y la edad del vehículo, entre más años de edad tenga el vehículo, su factor de rendimiento será menor y por consiguiente el costo de operación por cuenta del consumo de combustible será mucho mayor. Por otra parte, el costo de combustible que para nuestro vehículo promedio (buseta) es el Diesel, varía dependiendo de la economía del país.

El costo de combustible puede representarse de varias maneras; costo de combustible por kilómetro, costo de combustible por pasajero, realizando comparación con el costo de combustible de los años anteriores se observa un cambio abrupto en su valor, esto debido a los altos aumentos en el precio del combustible y lógicamente al desgaste natural del motor del vehículo.

tabla 14. Histórico de costos de combustible por kilometro

AÑO	COSTO DE COMBUSTIBLE (\$/km)
2022	1153
2021	521
2020	533
2019	622
2016	550

Fuente: elaboración propia.

Se observa en la tabla un cambio muy notable del costo, principalmente el factor que más influye en este cambio es el rendimiento, puesto que en los estudios de tarifas observados se evidencia que el rendimiento utilizado es cercano a 14, por lo que hace que esos costos sean menores.

tabla 15. Histórico de costos de combustible por pasajero.

AÑO	IPK (pas/km)	COSTO DE COMBUSTIBLE (\$/pas)
2022	0,6	\$ 1.922
2021	0,45	\$ 1.158
2020	0,72	\$ 740
2019	0,85	\$ 732
2016	0,99	\$ 556

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 15 encontramos el costo de combustible por pasajero, el cual es calculado con los valores de IPK promedio y el costo de combustible por kilómetro, se observa que para el año 2021 incremento notablemente puesto que el IPK disminuyo considerablemente.

Sabiendo que el costo de combustible por kilómetro es de 1153 lo cual contrastándolo con el valor de la tarifa que para este año es de 2700 representa un 43% de la tarifa, y en promedio en los cálculos de las tarifas de la base de datos del área metropolitana de Bucaramanga, para el costo de combustible por kilómetro esta entra el 52 y 63% de los costos variables y los costos variables están en promedio en el 50% de la tarifa, observamos que para ese costo de combustible por kilómetro hallado en esta investigación el precio de la tarifa estaría alrededor de \$3845

tabla 16. Estimado de costos variables y tarifa con respecto al costo de combustible por kilómetro.

COSTOS VARIABLES	\$ 1.922
TARIFA	\$ 3.845

Fuente: elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

La información de este proyecto, en primera instancia se solicitó a cada una de las empresas, teniendo respuestas negativas y en algunos casos sin respuesta por consiguiente la base de datos del área metropolitana de Bucaramanga proporcionó las variables del diseño de cada ruta, los cuales fueron recibidos de las empresas, pero casi todas no cumplen con los parámetros de frecuencia y número de recorridos como tampoco llevan registros, luego pasan la información al área metropolitana de Bucaramanga, que no reflejen la realidad del cumplimiento estipulado en las resoluciones de adjudicación de las rutas.

Para un estudio de investigación como este, es posible que el resultado no sea lo más cercano a lo que se pretende con el objetivo general del proyecto, pues un resultado debiera ser con el cumplimiento de las exigencias de la resolución de las rutas otorgadas por el AMB, como ente controlador del transporte público colectivo y otro resultado es con los factores de cumplimiento de flota, frecuencias y recorridos que en la realidad hacen las empresas afectadas por la piratería del transporte y agravada por la baja demanda debido a la pandemia. Esta situación también afecta el análisis y la implementación real de la tarifa de transporte, que reflejan datos de IPK muy pobres, que incrementan su valor.

También se evidencia que aun hoy día, la pandemia afecta el servicio de transporte público convencional, una parte de los usuarios por miedo al contagio utilizan medios de transporte individual, esto hace que la investigación quede condicionada a factores de demanda, que afectan el cumplimiento de flota y frecuencias exigidos por el AMB.

Por otra parte, la pandemia también hizo que se suspendieran temporalmente algunas rutas, las cuales, en campo, se observa que el día de hoy aún están suspendidas o han reducido su longitud de recorrido, sabiendo que la longitud de la ruta es uno de los factores más importantes para el cálculo de estos gastos de combustible.

En términos generales se observa que por parte de algunas empresas no se cumplen con las frecuencias de despacho, se cambian los horarios, cambian los recorridos de algunas rutas, y no se tiene un orden que permita cumplir con los datos que se le suministra a la base de datos del área metropolitana de Bucaramanga, incluidos en las resoluciones de adjudicación de rutas.

Para enfocarnos en los datos obtenidos de la investigación, se puede concluir que el parque automotor de transporte público convencional tiene un promedio de edad muy alto, lo cual influye de manera notable en el rendimiento del combustible por kilómetro de recorrido y por consiguiente en el costo de combustible.

6. RECOMENDACIONES

Se debe realizar un trabajo en conjunto entre el área metropolitana de Bucaramanga y cada una de las empresas, con el fin de registrar valores que se acerquen más a la realidad, cumpliendo con cada ruta asignada, con sus frecuencias de despacho y además aprovechando la tecnología que tenemos en esta época, se puede realizar monitoreo a los vehículos con el fin de estimar sus velocidades y el tiempo de recorrido, el ingreso de pasajeros al sistema, con el fin de tener un valor del IPK que concuerde con la realidad. Todo esto favorecerá a ambas partes, las empresas podrán optimizar su servicio y serán más rentables, por otra parte, la base de datos del área metropolitana de Bucaramanga recibirá valores reales, los cuales serán de gran utilidad para el cálculo de tarifas y para los planes de movilidad. Es decir, si las empresas no pueden dar cumplimiento a sus frecuencias por las razones expuestas deben anunciar la verdad al AMB y establecer una base datos cierta entre estos y el ente de control.

A las empresas se recomienda una modernización en sus flotas, es de entender que es complicado de un día para otro comprar una flota último modelo, pero si es necesario renovar anualmente algunos vehículos, haciendo un análisis de los gastos de combustible que genera un vehículo con muchos años contra la inversión de un vehículo nuevo.

Finalmente hay que implementar tecnología de punta para la comodidad del usuario, es decir que este pueda contar con información de paradas, recorridos, frecuencias, registradas en las propias paradas

Una modernización del sistema también apunta a que el conductor no reciba directamente el valor del pasaje, pues esto distrae la conducción del vehículo afectando la capacidad vial y el rendimiento del vehículo que se revierte en costos de operación.

Este proyecto es base inicial, debe repetirse en condiciones de normalidad, esto es cuando la demanda de viajes se restablezca en virtud de la terminación del transporte informal y de la pandemia, como elementos “cancerígenos” del transporte público colectivo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Manual de cálculo de tarifa del sistema estratégico de transporte publico colectivo-2008. Bogotá D.C. Colombia. 2008.
- [2] ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA AUTORIDAD DE TRANSPORTE METROPOLITANO. Cálculo de la estructura de costos para la tarifa 2021 en las diferentes modalidades-2021. Bucaramanga. Colombia.
- [3] ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA AUTORIDAD DE TRANSPORTE METROPOLITANO. Cálculo de la estructura de costos para la tarifa 2020 en las diferentes modalidades-2020. Bucaramanga. Colombia.
- [4] ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA AUTORIDAD DE TRANSPORTE METROPOLITANO. Cálculo de la estructura de costos para la tarifa 2019 en las diferentes modalidades-2019. Bucaramanga. Colombia.
- [5] P. Box, J. Oppenlander. Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. 4a ed. Ed. Representación y Servicios de Ingeniería S.A. México. 1985
- [6] AMY, J. V.: Handbook for purchasing a small transit vehicle, 140pp., Department of Transportation Commonwealth of Pennsylvania, USA, October, 1998.
- [7] GUREVICH, A.M.; E. SOROKIN: Tractores y automóviles, pp. 31-48, Tomo 1 y2, Ed. MIR, Moscú, URSS, 1978.
- [8] ALLE AUTOS 99 KNAC: Autojaarboek Alkmaan, Holland, 1999.
- [9] ARAGÓN, M. R.: Indicador de evaluación de consumo de combustible, Informe final de investigación, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE), Facultad de Transporte, La Habana, Cuba, 1986.
- [10] ASAE: Uniform terminology for agricultural machine management, S 495,USA, nov. 2005.

- [11] BIEZBORODOVA, G. B.; N. M. MAYAK; A. A. CHALII: Economía de consumodurante la conducción de los automóviles, 128pp., Editorial Técnica, Kiev, URSS, 1989.
- [12] DRAPER, N.R and H. SMITH: Applied Regression Analysis, Jonh Wileyand sons, New York, USA, 1966.
- [13] GAULDIE, R.: Transport: The Impact of Fuel Price Fluctuations, 48 Bedford Square, London, WC 1B 3 DP, UK, Travel & Tourism Analyst 0: 2001.
- [14] GONZÁLEZ, V. R.: Explotación del parque de maquinaria, pp. 33-106,Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 1996.
- [15] MALAJOVA, N.: Curso de economía y planificación del transporte automotor, Ministerio del Transporte, La Habana, Cuba, 1989.
- [16] FERNÁNDEZ, N. E. Influencia de los combustibles en el funcionamiento de los motores de combustión interna, 276pp., Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 1987.
16. PEÑA, D.: Estadística modelos y métodos (parte I y II), Alianza Editorial, Madrid, España, 2000.
- [17] RODOLFO P.: Economía del transporte [en línea] mayo, 2002. Disponible en: http://www.cip.cu/webcip/libros/rev_cubana/des-economico/transp-comunic/rev-130.html [Consulta: febrero10 2006].
- [18] VSÓROV, B.A.: Manual de motores Diesel para tractores, pp. 9-184; 610-638, Editorial MIR, Moscú, URSS, 1986.

ANEXOS

ANEXO A. Análisis de gastos de combustible del parque automotor de transporte público convencional del AMB.

(ver documento adjunto en base de datos de la biblioteca uis)