

**ANÁLISIS SOBRE LA EFECTIVIDAD DEL AUXILIO DE TRANSPORTE PARA
LOS TRABAJADORES COLOMBIANOS**

**DANIEL RODRIGO ZULUAGA CRUZ
EDWIN ALONSO RUALES CALAMBÁS**

PROYECTO DE GRADO II

**DIRECTOR DEL PROYECTO:
ÁNGELA MARÍA GONZÁLEZ TERAN**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI
DICIEMBRE, 2017**

Tabla de contenido

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN.....	5
DEFINICIÓN DEL AUXILIO DE TRANSPORTE.....	5
ESTIMACIÓN DE LAS TARIFAS Y AUXILIO DE TRANSPORTE	7
• Calculo del Auxilio de transporte	7
• Tarifas y costos del transporte público	14
HISTORIA DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN COLOMBIA	15
CONTEXTO DEL MERCADO DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	18
MODELO	30
• Descripción de los datos	30
• Pruebas de Raíz unitaria	32
• Pruebas de autocorrelación.....	36
• Pruebas de Heterocedasticidad	38
• Pruebas de Cointegración	39
• Pruebas de Normalidad.....	42
• Causalidad	43
• Función Impulso Respuesta (FIR).....	44
HALLAZGOS	46
CONCLUSIONES.....	47
ANEXOS	50
• Costos variables	50
Ecuación 1 Combustible.....	50
Ecuación 2 Lubricantes	50
Ecuación 3 Llantas	50
Ecuación 4 Servicio en monta llantas	50
Ecuación 5 Salario y prestaciones	50
Ecuación 6 Servicios de estación	50
• Costos fijos	51

Ecuación 7 Garaje, impuestos, administración y seguros	51
• Costos de capital	51
BIBLIOGRAFÍA	52

RESUMEN

Actualmente una de las políticas públicas de subsidios más cuestionada es el Auxilio de transporte, debido a que existe una percepción de no reflejar la realidad del contexto colombiano y sus parámetros de estimación no son claros, incumpliendo con su objetivo de garantizar o facilitar el acceso al transporte público. Sin embargo, es necesario analizar la relación de causalidad entre el Auxilio y las tarifas de transporte público de las principales ciudades del país desde el 2000 hasta el 2017, para determinar si es una medida eficaz solventando el dinero que gasta un empleado en Colombia. Haciendo uso de pruebas estadísticas de heterocedasticidad, autocorrelación y de impulso respuesta que permitan comprender la forma de valoración del Auxilio.

Palabras claves: auxilio de transporte, transporte público, subsidios, políticas públicas, accesibilidad al transporte.

ABSTRACT

Currently, one of the public policies of subsidy more questioned is transport allowance, because there is a perception that it does not reflect the reality of the Colombian context and its estimation parameters are not clear, in breach of its objective of guaranteeing or facilitating access to the public transport. However, it is necessary to analyze the causality between allowance and the public transport rates of the main cities of the country from 2000 to 2017, to determine if it is an effective measure by solving the money spent by an employee in Colombia. Makes use of statistical tests of heteroscedasticity, autocorrelation and impulse response that allow to understand the form of valuation of Allowance.

Key words: transport allowance, public transport, subsidy, public policies, transport accessibility.

INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio tiene como objetivo principal determinar si las tarifas de transporte público para las siete ciudades principales de Colombia (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Manizales y Pasto) ayudan a explicar el comportamiento del auxilio de transporte decretado anualmente por los hacedores de política. Para ello se realiza una pequeña contextualización al lector sobre ¿Qué es el auxilio de transporte y cómo se calcula?, ¿Cómo se determinan los costos y las tarifas de transporte en Colombia?, y mostrar cómo se generó el modelo actual de transporte público en Colombia estudiando su historia. Los datos usados que conforman las dos series de tiempo tienen un periodo de 17 años (2000 – 2017), y fueron extraídas de la “Encuesta histórica de transporte de pasajeros” del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Para lograr el objetivo principal, debemos recurrir a la econometría (teoría de series temporales) mediante pruebas estadísticas, que permitan evaluar las características de los datos y el comportamiento de las series a lo largo del tiempo. Algunas pruebas que se usarán son: pruebas de autocorrelación, heterocedasticidad, estacionariedad, causalidad, normalidad, cointegración, entre otras. Así podremos tener claridad, basados en la teoría económica, si el auxilio de transporte es una medida eficaz para solventar el dinero que gasta un empleado promedio en transporte público en Colombia.

Finalmente, se construirán las conclusiones respectivas del modelo basados en literatura sobre diferentes países que evalúan la relación entre la accesibilidad al transporte público, las políticas de subsidios al transporte y problemáticas sociales como la desigualdad y la pobreza. De acuerdo a los hallazgos, se harán sugerencias del cálculo del auxilio de transporte en Colombia para el modelo actual.

DEFINICIÓN DEL AUXILIO DE TRANSPORTE

Fue creado mediante la Ley 15 de 1959 y reglamentada por el decreto 1258 de 1959; tiene como objetivo facilitar la movilidad del empleado desde su residencia hasta el lugar de trabajo y viceversa. El monto está a cargo del empleador en los municipios donde las

condiciones de transporte así lo requieran a juicio del gobierno. Asimismo, éste último podrá decretar en relación con las exoneraciones totales o parciales que considere convenientes, así como también podrá graduar su pago por escala de salarios o número de trabajadores o monto del patrimonio del respectivo taller, negocio o empresa. El valor que se paga por auxilio de transporte se pagará exclusivamente por los días trabajados.¹

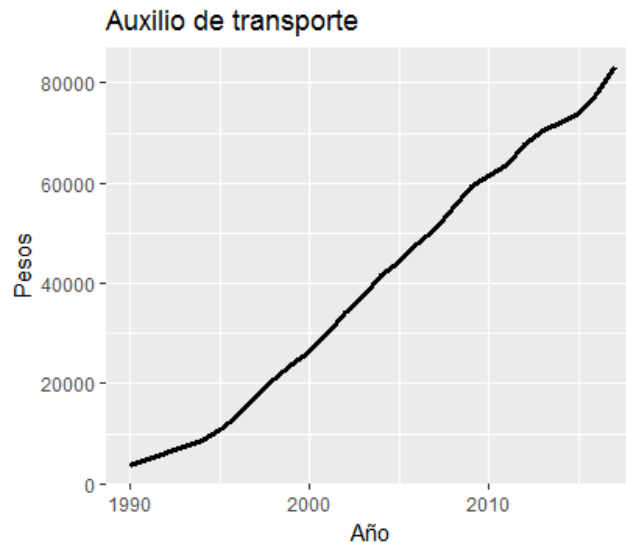
Esta medida aplica para los trabajadores dependientes que devenguen un salario mensual menor de hasta dos veces el salario mínimo legal vigente y cuya residencia este a una distancia mayor de 1000 metros del lugar de trabajo.

Según Gomez-Lobo autor de *“AFFORDABILITY OF PUBLIC TRANSPORT A METHODOLOGICAL CLARIFICATION”* (2011) “Cualquier medida de asequibilidad que cubre sólo los gastos de transporte está destinada a ser una visión muy parcial de bienestar de los hogares. Además, el punto de referencia asequibilidad requerida para determinar si los costos del transporte son altos o no es arbitraria” (septiembre, 2011; pág. 438). Lo anterior, plantea un argumento en contra para el actual auxilio de transporte en Colombia, dado que este es impuesto con el mínimo objetivo de lograr suplir un costo de movilidad.

Sin embargo, Gomez-Lobo destaca que en muchas ocasiones se introducen los subsidios por razones sociales o distributivas, especialmente en los países en desarrollo. La importancia del transporte accesible y asequible para el bienestar de las personas, radica en que es una entrada complementaria a la obtención de otros beneficios sociales como la educación, servicios de salud y oportunidades de empleo, entre otros. En este caso el subsidio está totalmente enfocado en ayudar a solventar el gasto en transporte, para permitir el acceso al empleo.

¹ Ministerio de trabajo

Gráfica No. 1: Auxilio de transporte y Salario mínimo desde 2000 hasta 2017



Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfica No. 1 se puede observar el comportamiento creciente del Auxilio de transpo a través del tiempo, esto se esperaba dado que anualmente la negociación de este subsidio es debatida para compensar el aumento en el costo de vida, específicamente el costo de transportarse. Para comprender el crecimiento de la serie, es necesario comprender cuales son los factores que históricamente lo han determinado, que se van analizar a continuación.

ESTIMACIÓN DE LAS TARIFAS Y AUXILIO DE TRANSPORTE

- **Calculo del Auxilio de transporte**

El valor del auxilio de transporte varía de forma periódica de acuerdo a lo consagrado por los decretos del gobierno nacional; esa variación se presenta por lo general cada año y por la misma época en que varía el salario mínimo legal, aunque legalmente no está supeditado al mismo porcentaje de variación del mínimo ni al mismo período de aplicación.²

Para fijar el auxilio de transporte, existen tres factores que son claves: la inflación, la productividad del país en el año anterior y las negociaciones entre sindicatos y empresarios.

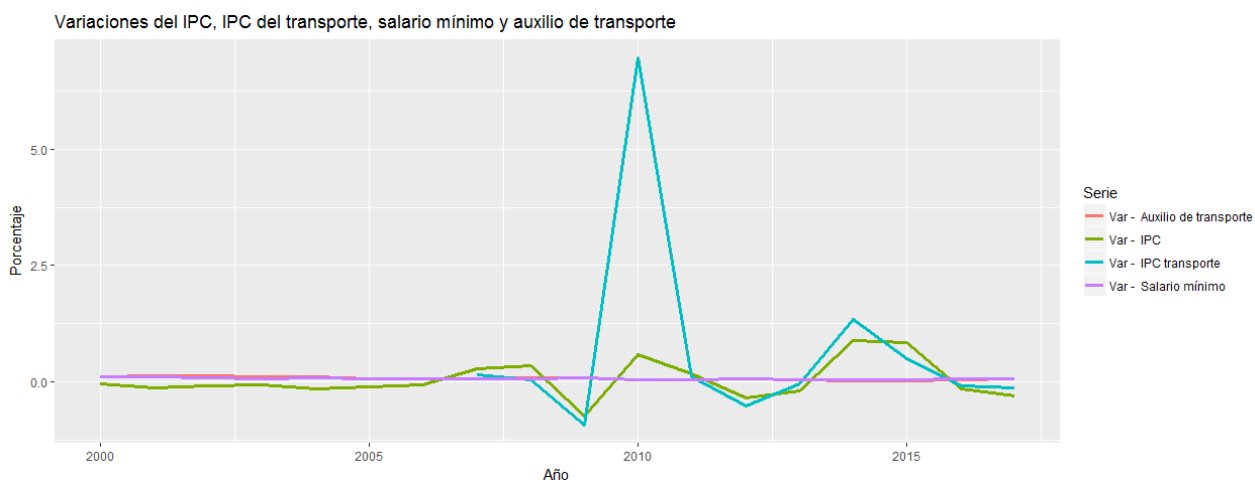
² Cartilla del Trabajo (2009)

La estimación de este subsidio es muy similar a la que se realiza con el salario, es aquí donde yace la similitud en sus crecimientos.

El primer indicador que se tiene en cuenta es la inflación, en el caso del auxilio se observa el rubro de transporte de las cuentas nacionales. De acuerdo a Andrés Mauricio Ramírez Secretario Técnico de Mintrabajo “la inflación determina cuanto ha crecido el costo de vida para los colombianos, por lo cual es importante para entender el impacto en su consumo y en el poder adquisitivo.” Debido a que el objetivo de este subsidio es evitar que los trabajadores saquen de su propio bolsillo para desplazarse desde sus casas hasta el trabajo, tener en cuenta este indicador, brinda cierta claridad respecto a cuanto es lo mínimo que debería aumentar el auxilio para no afectar el acceso al servicio.

Sin embargo, Iván Daniel Jaramillo, investigador del Observatorio Laboral de la Universidad del Rosario, indicó que “debido a la desconexión que hay entre las métricas con las que el Gobierno fija el incremento de este subsidio cada año, y entre los factores que determinan los costos operativos de los medios de transporte, muchas veces esta ayuda se queda corta.”

Gráfica No.2: Variaciones anuales del IPC, IPC de transporte, Salario mínimo y Auxilio de transporte.



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento del IPC ha tenido sus altos y bajos a lo largo del tiempo, debido a que es una variable muy susceptible a cambios en la economía y que genera un fuerte impacto en el bienestar de los colombianos. Desde el 2007 su comportamiento se ha hecho más inestable, en el caso del rubro de transporte su tendencia se hace más pronunciada, pero continua muy similar al IPC general. Por otra parte, las variaciones del Auxilio y el Salario Mínimo son análogas, mostrando la relación que existe entre ambas por su forma de estimación.

Ahora bien, el impacto generado por las variaciones del IPC en el Auxilio, no alcanza a ser compensado por los aumentos que impone el gobierno, a pesar de que el Gobierno tiene como norma que el Salario mínimo no puede subir menos que la inflación, en la Gráfica No. 2 se puede percibir como a través del tiempo los usuarios pueden ir perdiendo poder adquisitivo, a través de otros gastos como lo es el transporte público.

El segundo indicador evaluado es la productividad del país del año anterior, sin embargo este aspecto se enfoca más para el salario mínimo. De acuerdo, a la teoría económica en los mercados laborales competitivos los salarios se aproximan a la productividad marginal del trabajo, por lo que los salarios deben seguir los cambios en la producción, lo que implica que (salvo por alteraciones en la tasa de cambio y en la inflación) el costo unitario de la mano de obra debe permanecer relativamente constante a lo largo del tiempo.

No obstante, la realidad del mercado laboral es otra, no es lo suficientemente competitivo como para que las remuneraciones se mantengan cercanos al nivel de producción, además de la influencia de los agentes económicos en los costos laborales sin tener en cuenta la productividad, por ejemplo, fijando el salario mínimo, impuestos u otro tipos de cargas que aumenta el costo de la mano de obra.

A partir de este planteamiento, es claro que la estimación del salario mínimo y el auxilio de transporte no se puede realizar de forma aislada y sin considerar los demás factores de costo del trabajo, dado que pueden alterar y reducir la competitividad en función de los costos si no se mantienen vinculados a la productividad, por lo que es muy probable que se caiga en excesos o subestimaciones a la hora de establecer el monto adecuado de remuneración compatible con la productividad.

El tercer punto a tener en cuenta es la propuesta que se obtiene de la negociación de empresarios y sindicatos que es fundamental para determinar los aumentos, del salario y del auxilio, sin embargo, rara vez se consigue llegar a un acuerdo, debido a que cada uno de los agentes busca defender sus intereses, sin medir las repercusiones de sus decisiones a tal punto que la última vez que llegaron a un acuerdo fue en el año 2013. Como usualmente no se llega a un acuerdo bilateral, se aplican los dos anteriores indicadores y el gobierno decreta el aumento de este subsidio.

Con base en lo anterior, es evidente que el aumento decretado por el gobierno ignora la realidad de cada región del país al no tener en cuenta los verdaderos costos de la operación de los Sistemas de Transporte de cada ciudad, los costos de tiempo de espera o la sensibilidad de los consumidores por las variaciones de las tarifas, creando un subsidio bastante ineficiente que no cumple con su objetivo de garantizar asequibilidad del servicio para los trabajadores colombianos.

El método usualmente implementado para medir la asequibilidad es estimar la proporción de los ingresos o gastos en transporte público. Sin embargo, Carruthers (2005), propone utilizar un número fijo de viajes para estimar el gasto necesario en el transporte público en lugar de utilizar el gasto observado de un hogar, dado que, el simple uso de los gastos no garantiza la existencia de una relación monotónica entre el porcentaje de los ingresos o gastos del hogar destinados al transporte público.

Carruthers define la asequibilidad como:

"la capacidad de hacer los viajes necesarios para el trabajo, la escuela, la salud y otros servicios sociales, y hacer visitas a otros miembros de la familia u otros desplazamientos urgentes sin tener que recortar otras actividades esenciales"

Formalmente, su Índice de Asequibilidad (IA) se define como:

$$IA = \frac{\sum_{m=1}^M x_m p_m}{y}$$

Donde x_m es un parámetro fijo que en el caso de Carruthers (2005) se ha fijado en sesenta viajes de 10 kilómetros al mes por miembro de la vivienda, y es el ingreso del hogar y p_m

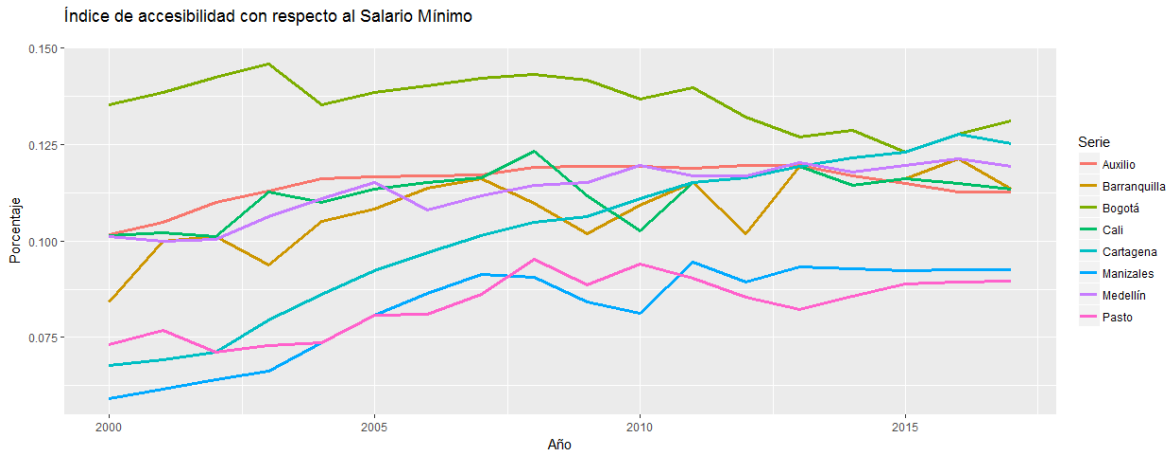
es el precio de los viajes, que puede diferir entre los miembros del hogar, dependiendo del tipo de transporte utilizado. La metodología propuesta por Carruthers hace posible la comparación de la capacidad de pago del transporte público a través de ciudades y países.

Sin embargo, este índice sufre de algunos problemas fundamentales de análisis, que radican en el hecho de ignorar aspectos tan importantes como el tiempo y la calidad del servicio. Para los hogares puede ser mejor pagar tarifas más altas para un sistema de transporte público que ofrece viajes rápidos o un servicio de mayor calidad. Ignorar el costo del tiempo de viaje, es una falla de este índice, dado que este costo no sale directamente “de su bolsillo” es un gasto relevante que los hogares evalúan.

A través de la anterior ecuación se puede analizar la accesibilidad del transporte público en Colombia, comparándolas entre las ciudades principales del país, permitiendo comparar el gasto en transporte con el alcance del subsidio al transporte público.

En este caso se simplifica el IA analizando un solo individuo que devenga un salario mínimo mensual vigente, dado que cada mes tiene en promedio 22 días hábiles en los cuales se desplaza de la casa al trabajo y regresa, es decir, realiza 44 viajes mensuales ($x = 44$). En cuanto a los precios se tomarán las tarifas de las 7 principales ciudades del país desde el año 2000 hasta el 2017, para compararlas entre sí y determinar el alcance de este subsidio. Por último, como base del IA se tendrá en cuenta el Auxilio de transporte y el Salario Mínimo, el primero para analizar en qué proporción alcanza este subsidio a pesar del gasto en transporte y el segundo para determinar la proporción del gasto en transporte de los ingresos de los trabajadores colombianos.

Gráfica No.3: Índice de Accesibilidad con respecto al Salario Mínimo

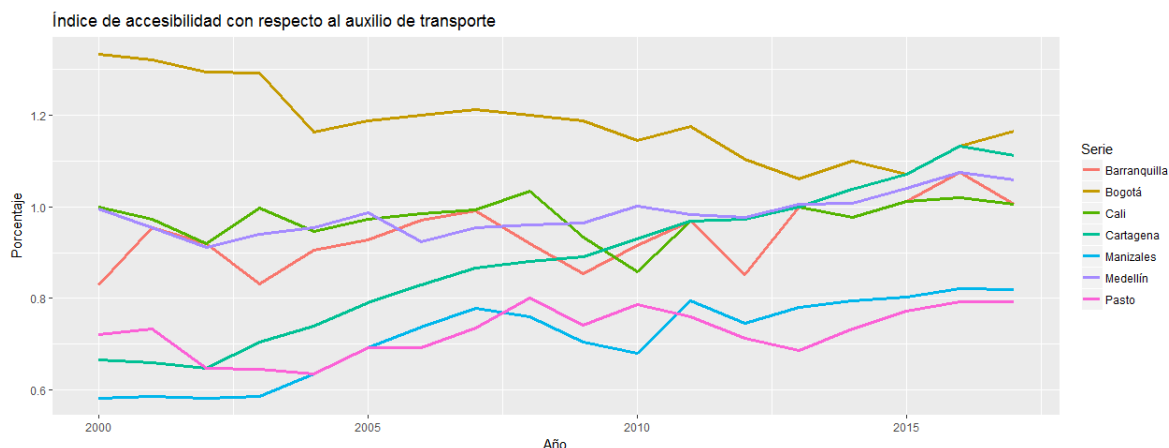


Fuente: Elaboración propia

En esta gráfica podemos apreciar que porcentaje representa el Auxilio y el gasto promedio en transporte de los trabajadores colombianos del Salario mínimo, para resaltar que el incremento en este consumo ha sido mayor que el aumento en sus ingresos, generando un mayor impacto en los bolsillos de los colombianos, dado que el subsidio se está quedando corto en las principales ciudades.

Las tarifas de Bogotá generalmente han estado por encima del auxilio, aunque no siempre han tenido un comportamiento creciente, lo que implica que poco a poco el gasto se han ido suavizando. Por otra parte, las tarifas de Cali son las que han estado más a la par con el auxilio, mientras que el resto de ciudades a medida que avanza el tiempo su proporción de gasto se hace cada vez mayor.

Gráfica No. 4: Índice de Accesibilidad con respecto al Auxilio de transporte



Fuente: Elaboración propia

En esta tasa entre gasto y Auxilio del transporte, se puede observar que históricamente el auxilio ha logrado cubrir con su objetivo, excepto en Bogotá que siempre ha representado un mayor costo, alrededor del 30%, sin embargo este fue decreciendo hasta el 2013, en el que el gasto en el transporte se dispara para todas las ciudades, en parte esto se puede deber a los aumentos en el índice de inflación y a la disparidad de los objetivos entre sindicatos y empresarios, que llevaba al gobierno a estipular el subsidio con métricas pocos confiables y que no reflejan la realidad del mercado de transporte.

Por otra parte, desde la teoría económica no hay un umbral utilizado para evaluar si los gastos de transporte público en una ciudad son asequibles o no. Por lo cual definir un subsidio basado en esa proporción de los ingresos o de los gastos puede ser arbitraria, dado que ignora condiciones estructurales de cada caso en particular. Además, la realidad de muchas familias colombianas es otra, en la que deben de tomar más de un medio de transporte para poder llegar a sus trabajos, debido al crecimiento periférico de las ciudades que ha desplazado a la clase obrera a los alrededores de las mismas.

Por último, es necesario entender el comportamiento de las tarifas y como varían a lo largo del tiempo, por lo cual se debe analizar qué factores se tienen en cuenta en su estimación, lo cual ayuda a vislumbrar la relación entre las series y comprender la realidad de este mercado.

- **Tarifas y costos del transporte público**

Las tarifas de transporte público en los municipios del país son determinados por cada Alcaldía, para evitar que todos los costos de este servicio se traspasen a las personas, afectando la estabilidad económica de muchas personas. Los indicadores que los gobiernos municipales tienen en cuenta son dos: la inflación del periodo anterior y los costos fijos y variables de las compañías de transporte.

Los estudios sobre los costos para determinar la tarifa de transporte público se realiza, para ciudades grandes, mediante un muestreo aleatorio representativo de las siguientes categorías:

1. Parámetro de operación por clase de vehículo y nivel de servicio:

- Kilómetros recorridos por mes, día y recorrido o carrera.
- Kilómetros por día recorridos sin pasajero. (Para taxi)
- Número de días trabajados por mes.
- Número de recorridos o carreras por día.
- Número de pasajeros movilizadas por recorrido, día y mes.
- Longitud promedio de la carrera. (Para taxi)

2. Parque automotor:

Para esta categoría se debe tener en cuenta el total de vehículos que operan dentro de la jurisdicción, así como el modelo, marca, clase, placa, capacidad del vehículo, etc.

3. Rutas autorizadas:

Se mencionan las rutas asignadas a la empresa, la distancia, tiempo promedio de la ruta y el vehículo autorizado.

4. Investigación sobre los precios y rendimiento o frecuencia de cambio de los insumos

Luego de la obtención de estos datos, se procede a calcular la tarifa técnica del transporte público teniendo en cuenta costos variables (combustible, lubricantes, llantas, salarios y prestaciones, etc.), costos fijos (garajes, impuestos, administración, etc.) y el costo de capital (*ver anexos*). Sin embargo, es decisión de la autoridad competente incluir otros factores en el cálculo, siempre y cuando estos formen parte del sistema de transporte y estén justificados técnica y económicamente.

Parte de las problemáticas a las que se ha enfrentado el mercado de transporte público en Colombia, es que ha sufrido las consecuencias de hacedores de políticas públicas que no buscan maximizar el beneficio social, sino sus intereses propios llevando a que los modelos de transporte fracasen y traspasando los costos de la ineficiencia a los consumidores. Para entender mejor esta situación se va presentar un análisis de la evolución del transporte público en el país.

HISTORIA DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN COLOMBIA

Es difícil establecer la fecha exacta en la cual se empezó a regular el servicio de transporte público en Colombia. Según Salazar, “Aunque desde el inicio de la historia de la República ha sido intensa la expedición de normas del sector de transporte, la gran mayoría se restringieron, conforme con las circunstancias de la época, al diseño y la financiación de la infraestructura vial” (2001, pág. 202).

No obstante, tomaremos como punto de partida la Constitución Política de 1886, debido a que fue allí en donde se empezó a evidenciar una clara intervención del Estado en los servicios públicos, dentro de los cuales se encuentra el servicio de transporte. El artículo 32 de la mencionada disposición, si bien permitió la libertad de empresa y la iniciativa privada, le otorgó la facultad al Estado de intervenir en la economía con el fin de lograr un desarrollo integral.

Ahora bien, a finales del siglo XIX, debido a la complejidad de los terrenos geográficos el país contaba con caminos de herradura dispersos, en el que los medios de transportes consistían en el transporte férreo y fluvial, complementado en mayor medida por animales de carga que transportaban personas y productos.

En 1905, el expresidente Reyes implemento normas para la construcción de sistemas de transporte organizando la infraestructura del país, a través del Ministerio de Obras Públicas, lo que permitió mejorar el sistema férreo y brindo indicios para nuestro actual medio de transporte urbano.

El desarrollo del transporte férreo en Colombia siguió un proceso diferente al de la mayoría de los países, en estos el crecimiento se dio como extensiones a partir de sistemas centrales. En Colombia, se construyeron líneas férreas cortas para necesidades locales, con especificaciones diferentes. La mayoría de los ferrocarriles se asentaron en el valle del río Magdalena, como acceso a esa arteria. El ferrocarril del Atlántico logró integrar el sistema férreo nacional al conectar los puertos del Atlántico y la región central del país. En Cali, este medio de transporte permitió un acceso a la costa Pacífica, dándole un valor estratégico a la ciudad, en otras regiones del país como el Amazonas y el Orinoco, no existió una aproximación a las vías férreas.

Hasta 1930, los ferrocarriles fueron monopolio del transporte, cuando se inició la era de las carreteras. Al llegar los automóviles al país el primer objetivo fue comunicar las poblaciones con sus centros regionales, por el cual el Gobierno Nacional mediante la Ley 88 de 1931 creó el Consejo Nacional de Vías de Comunicación, encargado de preparar el primer plan de Carreteras Nacionales; desarrollando una red de vías regionales y municipales de 5.700 kilómetros de carreteras.

Correlativamente a lo anterior, fue surgiendo una nueva modalidad en la prestación del servicio de transporte público. “La historia cita que la aparición de los primeros taxis en Bogotá fue totalmente accidental y fruto de una terrible crisis económica que sobrevino en 1930” (El Tiempo, 2008). Sumado a la crisis económica del país, en los años de 1925 y 1926 se produjo una gran sequía en el río Magdalena que obstaculizó el transporte fluvial de mercancías desde los puertos costeros hacia el interior. Debido a las circunstancias, una flota de 120 vehículos que trajo la empresa PRACO, representante e importadora de Ford para Colombia, quedó represada en el puerto de Barranquilla. Posteriormente, dichos vehículos fueron trasladados a la capital del país para su comercialización. Sin embargo, no existieron compradores y “Antonio María Pradilla, fundador de PRACO, decidió crear una flota de taxis para buscar alguna rentabilidad de los inventarios.” (El Tiempo, 2008).

Poco tiempo después apareció la empresa Taxis Rojos cuyo propietario era el señor Leonidas Lara e Hijos, la cual aumentó el número de taxis en la ciudad de Bogotá. Así, gradualmente se fue incrementando el negocio de taxis en el país. Una de las primeras normas relacionadas con el servicio de transporte individual de pasajeros mediante vehículos taxi que se expidió en Colombia fue el Decreto 826 de 1954, el cual definió lo que debía entenderse por Empresa de Transporte Automotor, y estableció una serie de requisitos mínimos para la prestación de este servicio (Rodríguez y Acevedo, 2012, págs. 262-265).

En cuanto a los otros medios de transporte, en 1948 gracias a la Misión Currie se resaltó la evidente desconexión de las regiones del país, por lo que se destinó el 12% de las rentas corrientes a la construcción de carreteras, de las cuales el 30% fue para la red troncal, y el resto para vías de carácter municipal. En la década de los 50'se realizaron fuertes inversiones de más de 5.000 millones en las carreteras del país logrando afianzar la era de las carretas a través de la interconexión de la red vial del país.

El desarrollo del transporte urbano ha sido muy disperso a lo largo del territorio colombiano, sin embargo, las ciudades principales comparten cierta similitud, por lo cual analizar el contexto de Bogotá permite entender cómo se estructuró el sistema de buses y por qué ha ido migrando a sistemas integrados masivos.

De acuerdo a un estudio de movilidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, una de las principales circunstancias que incentivo la implementación de los buses en Colombia fue el Bogotazo debido a que la infraestructura de la ciudad y sobre todo el Tranvía quedó destruida, por lo cual se debía decidir si invertir dinero en reconstruir este medio de transporte o pasarse a un sistema de buses que era un modelo popular en varias ciudades del mundo. Para esa fecha Bogotá ya contaba con algunos buses en las zonas en las que no había Tranvía, una solución ideal habría sido optar por un sistema mixto entre ambos modelos de transporte, sin embargo, solamente se optó por los buses urbanos que inicialmente eran controlados por el Estado, es decir, era totalmente público, pero con el paso de los años esa carga se volvió demasiado grande y se decidió privatizar gradualmente hasta llegar al transporte colectivo en los años setenta.

Al pasar a un modelo privado las reglas del juego son fundamentales para el buen funcionamiento del sistema en el que se debe garantizar no afectar la calidad de vida de los usuarios, no obstante, los requisitos que impuso el Estado eran mínimos, asignándole la responsabilidad a las empresas afiladoras de administrar las rutas, pero dándole la libertad de venderle a un tercero el derecho de ofrecer el servicio. Lo anterior, generó un conflicto de intereses en el que las empresas afiladoras explotaban un bien público sin dar mucho a cambio, volviendo las rutas “mercancía” en el que ellas se enajenaban cada vez más, mientras más buses circularan en la ciudad llevando a una sobreoferta en el mercado.

La sostenibilidad de un sistema ineficiente y al mismo tiempo sujeto a las reglas del mercado por tantos años fue gracias a la presión que los conductores ejercían a través de los paros en los precios del transporte público, traspasando todo el costo de la ineficiencia a los usuarios de este servicio que se veían sometidos a inequidades en la distribución de las rutas, debido a que, las periferias eran marginadas por el alto costo de la operación en esa zona. Además, todos se enfrentaban a las otras externalidades que generaba el sistema como la contaminación, el desgaste de las vías secundarias; que no estaban habilitadas para buses, el mal servicio y la congestión vehicular en las ciudades.

Finalmente, en diferentes ciudades se optaron por opciones de transportes que se ajustaran a las infraestructuras de las ciudades y que resolvieran las problemáticas existentes con los Sistemas de buses urbanos, es así como surgieron los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM), que a pesar de no resolver problemáticas como la cobertura del servicio o la eficiencia en transporte, le brinda un mayor orden al transporte y ayuda a modernizar las ciudades.

CONTEXTO DEL MERCADO DE TRANSPORTE PÚBLICO

En las ciudades colombianas, de acuerdo a informes del Departamento Nacional de Planeación, el 70% de los viajes se realiza a través del servicio público. Lo anterior se explica principalmente debido a los bajos niveles de ingresos de la población. Sin embargo, la tendencia general del servicio prestado por los sistemas de transporte público es a desmejorar la calidad, reducir la velocidad de operación, incrementar los índices de

accidentalidad y aumentar los tiempos de viaje para todos los usuarios, debido a los altos niveles de congestión.

Además, el sistema de transporte urbano padece los efectos negativos que generan las externalidades resultantes de la ineficiencia del modelo y la evolución desordenada del transporte urbano, en las que en muchas ocasiones en lugar de contribuir al desarrollo de las ciudades, han generado presiones en los costos y rezagos en la prestación de otros servicios públicos. También, se puede percibir un panorama bastante complejo para la población colombiana, en especial para la asalariada que deben someterse a esta modalidad de transporte, debido a su bajo ingreso, dificultando así poder acceder a otros bienes y servicios, e incluso obstaculizando su acceso al trabajo.

Ahora bien, la oferta de transporte público en Colombia generalmente ha sido a través de empresas privadas, a las cuales el Estado y los organismos de control les asignan diferentes rutas, que en muchas ocasiones se han modificado de forma arbitraria, para que sea suplida con una variedad de vehículos como: bus, buseta, colectivo, Sistemas integrados de transporte masivo (SITM), entre otros.

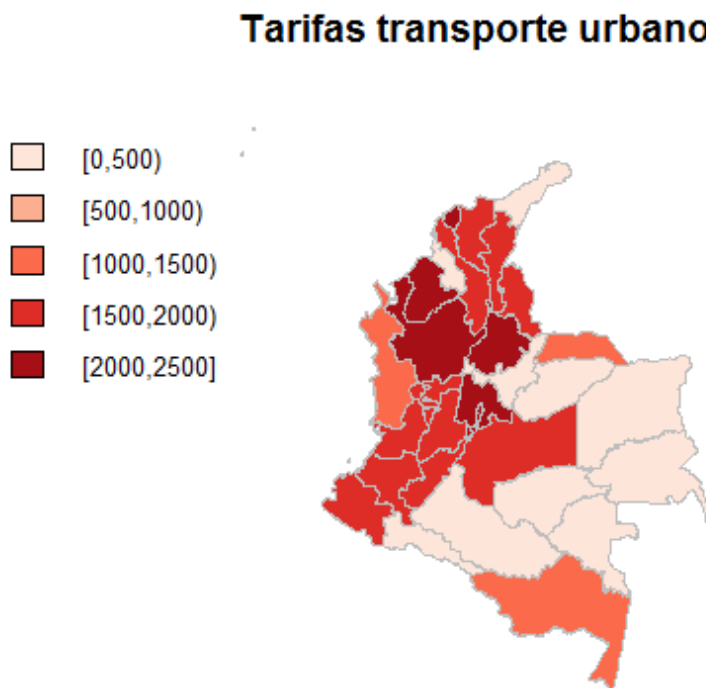
El crecimiento de las ciudades permite mejorar las condiciones de vida para ciertas poblaciones y favorece a las empresas, dado que facilita la interacción de ella con sus consumidores. Sin embargo, según Fedesarrollo *“el crecimiento poblacional de las ciudades genera incrementos en la congestión vehicular que afectan negativamente la productividad de las empresas y la calidad de vida de los ciudadanos.”* La anterior externalidad negativa, viene acompañada de costos como: los largos periodos de tiempo empleados en viajes, altos niveles de contaminación y mayores tasas de accidentalidad en las vías.

La reducción de la congestión vehicular y de pasajeros debe ser atendida por la política urbana, y que gran parte de las problemáticas en el transporte público es consecuencia de la combinación de una oferta descentralizada que presta un servicio de baja calidad y una oferta de infraestructura inadecuada (CONPES 3167 de 2002).

Por otra parte, el servicio se ha caracterizado por el uso de buses obsoletos, diseño de rutas y operación inadecuadas, y sobreoferta de frecuencias. Además, los mecanismos de

remuneración a los conductores y la regulación sobre los buses, incitan prácticas de competencia por pasajeros, el afán de los conductores y el uso de vehículos cuya vida útil ha caducado. Por lo cual, se está viviendo en el país una transición al transporte público organizado, desde finales de los años noventa.

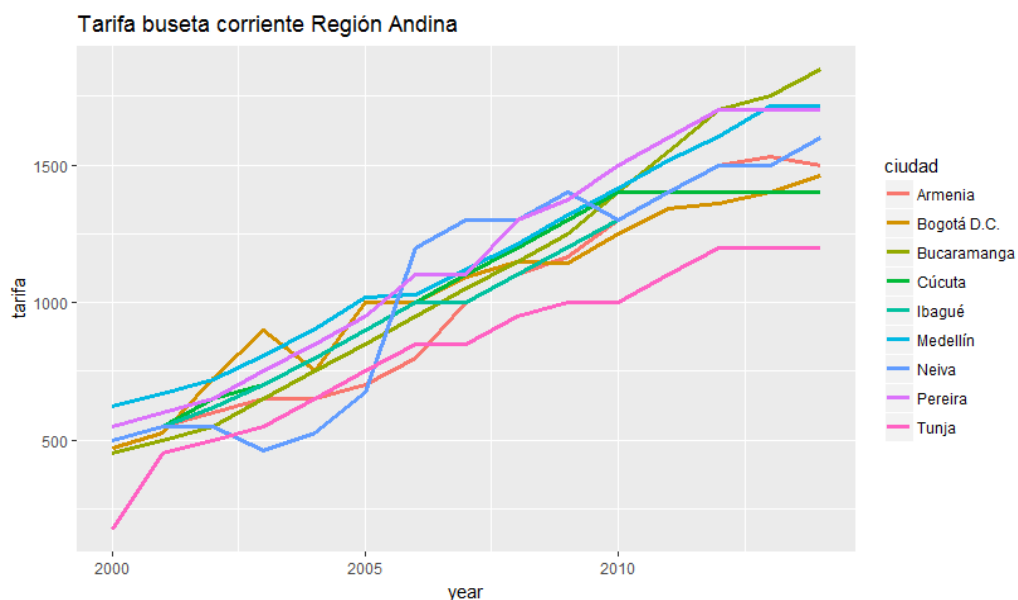
Mapa No.1: Tarifas de transporte público en Colombia para el 2017



Fuente: Elaboración propia

Colombia se ha caracterizado por ser un país en el que sus regiones comparten rasgos que las identifican, en el Mapa No.1 se alcanza a percibir esta tendencia para la distribución del costo de las tarifas de transporte público, por lo cual se va a implementar un análisis por región profundizando en las siete ciudades principales del país para entender el contexto de los modelos de transporte que viven las personas a lo largo del territorio colombiano.

Gráfica No. 5: Tarifa para el bus corriente en la región Andina



Fuente: Elaboración propia

El principal medio de transporte en esta región es el bus corriente, el cual según el DANE, es un vehículo automotor destinado al transporte de pasajeros, con una distancia entre ejes mayor a cuatro metros (Art. 2, Dec. 1809 de 1990). Como se evidencia en la Gráfica No. 5 el comportamiento de la tarifa es creciente y en general las ciudades tienen un comportamiento muy similar, con algunas diferencias en las proporciones de costo, esto es evidente, debido a que los costos para las empresas privadas entre ciudades pueden tener considerables diferencias. Las ciudades a tener en cuenta son Bogotá, Medellín, Manizales y un caso particular Pereira, por ser una de las primeras en realizar la transición de los sistemas de transporte tradicionales a los SITM.

Dentro del contexto de la ciudad de Bogotá, se tiene en cuenta aspectos relevantes como: la superficie de área urbana de 30,137 has, una población de 8, 080,734 habitantes. Por otra parte, las modalidades de transporte se enfocan más que todo al STM Transmilenio, los taxis, los vehículos privados y al Sistema de transporte tradicional (bus, buseta, colectivo, microbuses). Según datos del DANE, la red vial, es utilizada en un gran porcentaje por vehículos particulares, aproximadamente el 67% y solo el 23% por el transporte público.

Bogotá fue la primera ciudad en implementar un SITM llamado Transmilenio, a partir del año 2001, el cual buscaba centralizar la gestión del transporte urbano, mejorar la movilidad, reducir los costos y brindar un servicio más seguro y ordenado. Esta ciudad presenta una de las tarifas más altas de transporte público del país, en sus diferentes modalidades. Un limitante para su funcionamiento inicial era su elevado costo, con respecto a las otras modalidades de transporte. Sin embargo, para el 2015 el uso del Transmilenio aumentó en un 28,76% con respecto al último trimestre del 2014. En cambio, el uso del sistema de transporte tradicional se redujo en un 21,4% los pasajeros movilizados.

Por otro lado, el sistema de transporte bogotano está afectado por factores como el continuo crecimiento de la población, la sobreoferta del parque automotor de transporte público, la superposición de rutas del transporte público urbano colectivo de pasajeros, la inadecuada infraestructura en servicios conexos al transporte (parqueaderos, terminales de pasajeros y de carga), generado por la ausencia de una planificación integrada del sector que no provee una regulación del mercado del transporte, ocasionando un estado crítico del sistema vial y la aplicación de medidas de choque (pico y placa), aspectos que influyen en la escasa movilidad de los usuarios y a la contaminación ambiental, así como a la falta de seguridad de las personas y, a la inexistente organización de las empresas transportadoras, constituyen los problemas de movilidad en la ciudad.

Para el caso de Medellín, cuenta con una superficie de 380,6 km² y su población es de 3.821.797 habitantes en 2016. Con lo que respecta al transporte Medellín dispone de un sistema privado de buses y busetas urbanos que atiende todos los distritos o zonas de la urbe (DANE, 2016). Aunque la encuesta de percepción realizada por “Medellín Cómo Vamos 2017”, muestra que este es el medio de transporte principal que usan sus habitantes, la percepción de satisfacción del servicio disminuyó de 69% en 2016 a 62% en 2017, siendo el taxi y la moto los mejores calificados para los mismos años.

Los taxis también son parte importante en el transporte de los paisas, gracias a las diversas modalidades que presentan, tales como: pedido por teléfono, taxis colectivos, entre otros. Además, ciudadanos y turistas cuentan con un amplio sistema masivo de transporte que incluye, el primer metro de Colombia, Metrocable, tranvía y Metroplús, haciendo que el desplazamiento por la ciudad y sus alrededores sea más diverso.

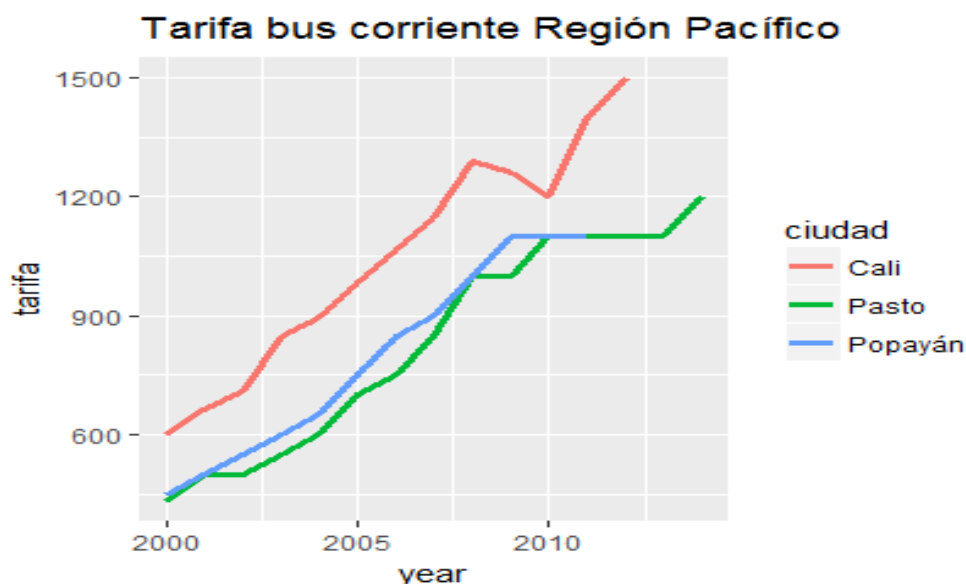
Sin embargo, esta ciudad es un ejemplo en la integración e inclusión en el transporte público, debido a las políticas diferenciales que maneja como: la Tarjeta Cívica que permite transbordos en casi todos los medios de transporte (Metrocable, metro, buses integradores, etc.) sin costo adicional o las tarifas diferenciales que tienen los usuarios como estudiantes y adultos mayores. Según, Jorge Mario Tobón, gerente social del Metro, manifestó que el sistema le ahorró en el 2016 a la gente, en conjunto, por lo menos \$200 mil millones.

Otra importante ciudad de la región, es Manizales la cual posee una superficie de 571,8 km² y su población es de aproximadamente 398.874 habitantes en 2017. Los resultados de satisfacción de los ciudadanos de Manizales con la movilidad, según “Manizales Cómo vamos”, arrojan que el transporte más usado para desplazarse es el transporte público colectivo (bus, buseta, micro, ejecutivo o colectivo) con un 51%, seguido de las motos, 19%. En cuanto a la satisfacción con las vías se presenta una disminución de 12 puntos porcentuales entre 2015 (76%) y 2016 (64%). Aunque el transporte público colectivo fue el que mayor proporción de ciudadanos movilizó en 2016 (52%), los buses y las busetas han visto disminuido el número de pasajeros transportados entre 2007 y 2016, en 24% y 21% respectivamente, esto principalmente por las nuevas preferencias de transporte por parte de los ciudadanos.

Ahora bien, Pereira es la ciudad más poblada de la región del eje cafetero con 474,356 habitantes aproximadamente. Está ubicada en el centro-occidente del país, justo en el centro del Triángulo de oro (Bogotá, Medellín, Cali) lo cual le ha dado una relevancia a nivel comercial. En cuanto a las condiciones del transporte público, Pereira alberga diferentes modalidades de transporte algunas de ellas son: buses, vehículos privados, Megabús (SITM), taxi y mototaxi. Esta ciudad fue la segunda en implementar un SITM, en el año 2006. De acuerdo a la Contraloría General de la República, desde sus inicios hasta final del año 2009 Megabús movilizó más 100 millones de pasajeros de los cuales el 58% corresponde a pasajeros transportados por rutas troncales y el 42% a pasajeros que hacen uso de las rutas alimentadoras. En cuanto a las tarifas han presentado un aumento de alrededor de 100 pesos por año, en algunos se ha mantenido constante y maneja un costo inferior a otras ciudades como Bogotá.

Según el informe del 2016 de Movilidad y espacio público del programa Pereira Cómo vamos, indica que los mecanismos de transporte más usado por los Pereiranos son el bus y la moto con un 27% ambos, el Megabús 16%, los automóviles 11%, a pie 9%, taxi 7%, bicicleta 2% y mototaxi el 1%. De lo anterior, se puede percibir que predomina el transporte privado como en otras ciudades de la región, el problema es que dicha modalidad está aumentando, mientras el uso del transporte público decrece; en la actualidad por cada tres habitantes existe un vehículo privado. Sin embargo, dicho decrecimiento proviene de la ineficiencia del sistema la no racionalización del uso de vehículos privados y la no promoción de otros medios de transporte.

Gráfica No. 6: Tarifa para el bus corriente en la región Pacífico



Fuente: Elaboración propia.

La tarifa de bus para los habitantes de la Región Pacífico evidencia una clara tendencia creciente. La Gráfica No. 6 muestra una intuitiva similitud en el comportamiento de los precios del pasaje del bus corriente de Pasto y Popayán. Con respecto a Cali, es la ciudad con la tarifa más alta de la región durante el periodo de análisis, presentando una leve reducción del pasaje de bus entre el 2008 y 2010. La tarifa de 2010 (\$1.200), la toma como impulso para seguir su tendencia creciente hasta llegar a los \$1.500 en 2012. En este caso el análisis se enfocará en Cali y Pasto.

Cali, es uno de los más importantes centros económicos e industriales del país, y en especial del suroccidente colombiano. Además, es la tercera ciudad más poblada con 2.420.013 habitantes aproximadamente y una superficie urbana 11,938 has. Los mecanismos de transportes implementados abarcan los vehículos privados, Sistema de transporte tradicional, MIO (STM), taxis, MIO cable, y bicicletas.

De acuerdo con el Plan de Movilidad de Planeación Municipal de 2015, se indica que el 89% del uso de las vías corresponde a carros o motos y un 9% a buses y bicicletas. También, se especifica que el 16% de los viajes se hacen en transporte particular frente a 38% de viajes en sistemas de transporte público y 46% se hacen a pie o en bicicleta. En este mismo plan se muestra que en 2011, 52% de los caleños manifestaban usar el transporte público principalmente. No obstante, en 2014 cayó al 47%. Para el mismo período, el uso principal del transporte privado pasó del 34% al 39%.

El Masivo Integrado de Occidente (MIO) inició su operación en el año 2009; en su primer año de funcionamiento movilizó 21 millones de pasajeros de los cuales el 81% se transportó en los corredores troncales, 12% por las rutas alimentadoras y 8% por las pre-troncales. En los primeros años y hasta ahora la ciudad ha reemplazado su antiguo sistema de transporte por el MIO que en el año 2012 abarco un 98% de la ciudad. Para el año 2013, este SITM transportaba aproximadamente 450.000 y 500.000 mil pasajeros por día. La tarifa manejada por el MIO es similar a la que maneja los otros medios de transporte de la ciudad como el bus corriente. Su aumento ha sido progresivo en general variando en una proporción de 100 pesos por año, aunque en los primeros años se mantuvo constante. En el año 2015, se puso en funcionamiento el MIO cable que conecta la Terminal de Cañaveralejo con el sector de Siloé a través de un sistema de cable aéreo suspendido.

Una de las problemáticas con respecto al SITM es la baja implementación del MIO que se refleja en el descenso de pasajeros diarios, en el que de 477.626 pasajeros en 2013 paso a 471.969 en 2014, a pesar de que el municipio ha retirado 4.044 buses tradicionales, alrededor de 84% de la oferta que había en 2007.

Pasto es la segunda ciudad más grande de la Región Pacífica, después de Cali. Según datos del DANE cuenta con población de 550.000 habitantes en una mayor proporción ubicada

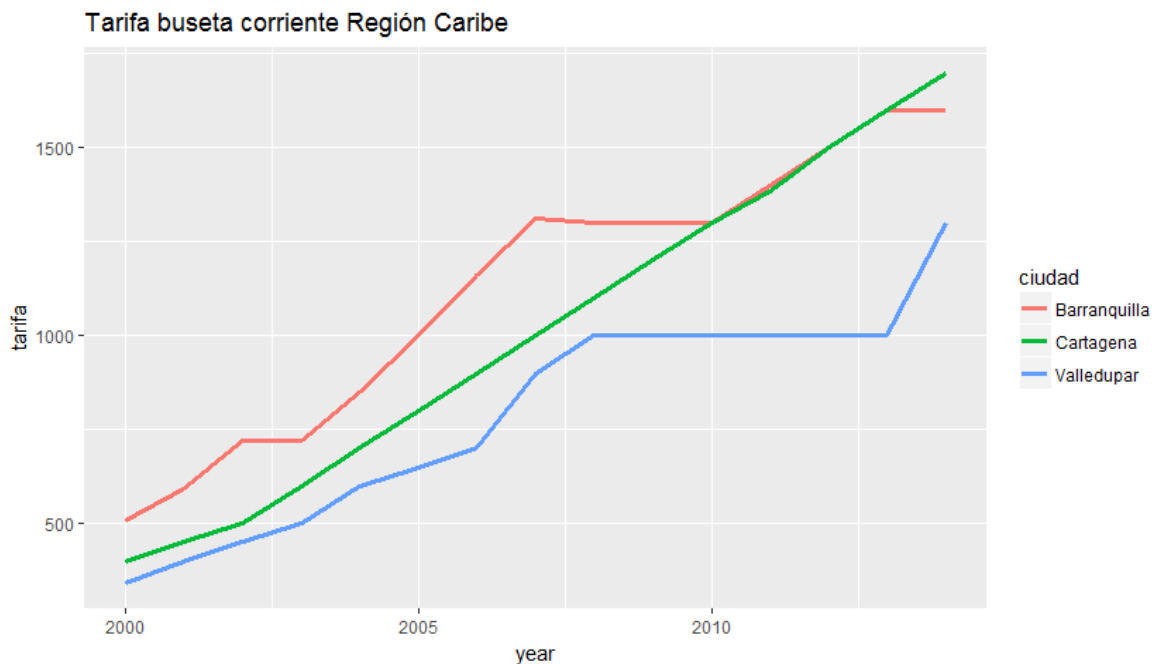
en la cabecera municipal. Con una superficie de 109.555 has, conformada por 415 barrios distribuidas en 12 comunas.

De acuerdo al informe de “Línea base de movilidad en la ciudad de Pasto en relación a la prestación de servicios de transporte público, previa entrada en funcionamiento del SETP”, se encontró que los mayores volúmenes de pasajeros se presentan en las horas pico de la mañana en los tramos viales próximos al centro histórico y a los sub-centros de actividad (comercio y centros educativos). Sin embargo, actualmente se enfrentan a una fuerte caída en la demanda de este servicio ocasionada, por el auge de medios de transporte opcionales como el mototaxismo, los taxis colectivos y los vehículos particulares que se dedican a “piratear”. La raíz de esta problemática es de carácter social, debido a las tasas de desempleo que conllevan a que las personas busquen otros medios para subsistir.

La prestación del servicio de transporte público colectivo de pasajeros se realiza con un parque automotor vinculado a las cuatro empresas transportadoras: Transportes Ejecutivos S.A. (TESA), Cooperativa de Transportadores Urbanos Ciudad de Pasto Ltda. (COOTRANUR), Cooperativa Americana de Transportadores Ltda. (COOAMETRAN) y Transportadora Autobuses del Sur Ltda. Según los reportes suministrados por las empresas, la flota total operativa empleada para la prestación del servicio de transporte público colectivo en el municipio de Pasto es de 486 vehículos, y hay una capacidad transportadora total de 503 vehículos.

Actualmente, en Pasto se está trabajando en la implementación del Sistema Estratégico de Transporte Público (SETP), que busca lograr una mejor prestación del servicio público, integrar todos los modos de movilidad y estar a la vanguardia de la tecnología para disminuir la accidentabilidad y mejorar la accesibilidad. Gracias a este proyecto a mediados de 2018 los pastusos podrán contar con pago electrónico, señalización y paraderos, sistema de gestión y control satelital, puntos de despacho y vías en buen estado.

Gráfica No. 7: Tarifa para el bus corriente en la Región Caribe



Fuente: Elaboración propia

En la zona caribe se dispone de tres ciudades para el estudio de la tarifa: Barranquilla, Cartagena y Valledupar. Entre 2000-2006 la tarifa del bus corriente en Barranquilla estuvo por encima de las ciudades restantes. Luego, a partir de 2008 se ubicó por debajo de la tarifa de la ciudad de Cartagena, que durante el periodo de análisis (2000-2015), tuvo una tendencia lineal creciente. Con respecto a Valledupar, su tarifa fue la menor durante todos los periodos. Se van a tomar a Barranquilla y Cartagena, por ser las dos principales ciudades de la región.

La ciudad de Barranquilla cuenta con 2.460.863 habitantes en 2015, una superficie de 154 km², equivalente al 4,5% de la superficie del departamento del Atlántico. Del presupuesto de inversión en 2015 (1.581.131), destina 140.643 (8,9%) al sector de transporte, según el DNP.

Tabla No.1: Presupuesto de inversión al sector transporte del año 2015 para la ciudad de Barranquilla

TRANSPORTE	140.643
Concesión Ruta Caribe	72.157
Construcción de Puentes	25.000
Construcción y Mejoramiento de Infraestructura Aeroportuaria	12.000
Caminos de Prosperidad	11.630
Infraestructura aeroportuaria y gestión de espacio aéreo	7.435
Construcción y mantenimiento vial	6.284
Mantenimiento Canal Navegable Rio Magdalena	4.500
Fortalecimiento institucional y buen gobierno	633
Concesión Cartagena - Barranquilla	554
Seguridad vial	450

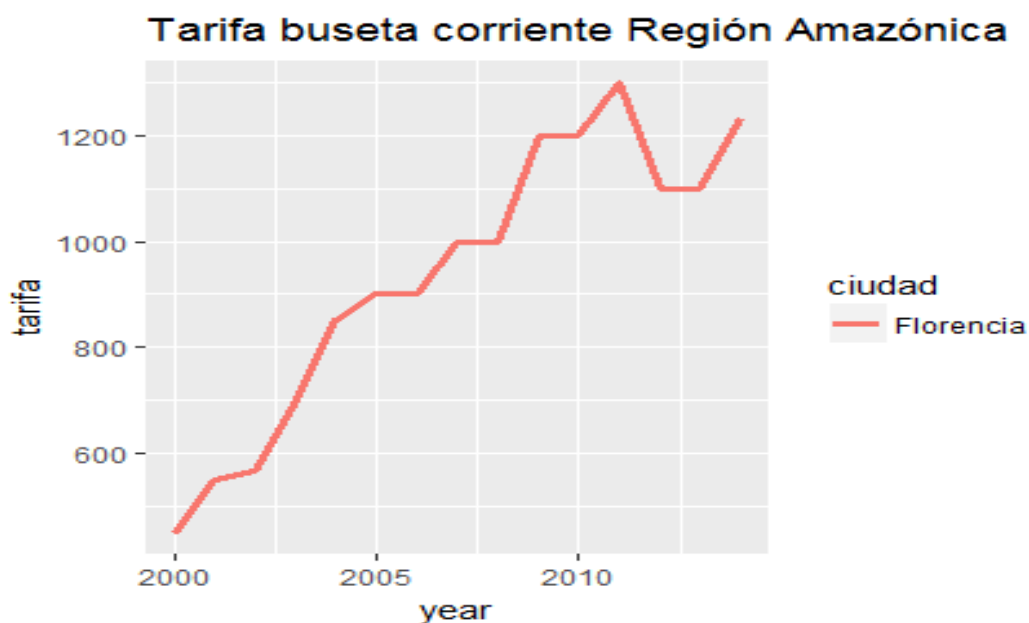
Fuente: Departamento Nacional de Planeación (DNP)

El transporte más usado por sus ciudadanos es el bus y las busetas, las cuales tiene tarifas diferenciadas dependiendo de la antigüedad del modelo, como se puede observar en la base de datos propuesta por el DANE. Al igual que las demás ciudades, barranquilla cuenta con taxis aunque no son muy usados por los ciudadanos a comparación con los buses. Con respecto al transporte integrado de transporte, la ciudad de Barranquilla y su área metropolitana cuenta con Transmetro, que inició operaciones en 2001. Durante el trimestre octubre – diciembre de 2016 este sistema contó con un parque automotor en servicio de 226 vehículos en promedio cada mes, aumentando 2,9% con respecto al mismo período de 2015. En total, este sistema transportó 9,6 millones de pasajeros, con un incremento de 3,8%. (DANE, 2016).

Con respecto a Cartagena posee una superficie de 572 km² y su población es de 1.013.389 habitantes en 2016, según el censo demográfico que realiza el DANE, lo que representaba aproximadamente el 2,55% de la población total del país. Con lo que respecta al transporte Cartagena de Indias dispone de múltiples y económicos medios de para desplazarse, como servicios de taxi y buses de diferentes tipos: buses intermedios, microbuses, busetas. Existe adicionalmente el servicio Metrocar, buses con aire acondicionado, que permiten transportarse del Terminal de Transportes hacia diferentes barrios de la ciudad, incluyendo la zona turística y la zona norte. (CartagenaCaribe, 2015).

En el cuarto trimestre de 2016 el sistema de transporte masivo de Cartagena Transcaribe contó con un parque automotor en servicio de 114 vehículos en promedio cada mes, transportó 7,6 millones de pasajeros, lo que equivale al 26% de los usuarios en la ciudad. Este sistema inició operaciones en el segundo trimestre de 2016 (DANE, 2016).

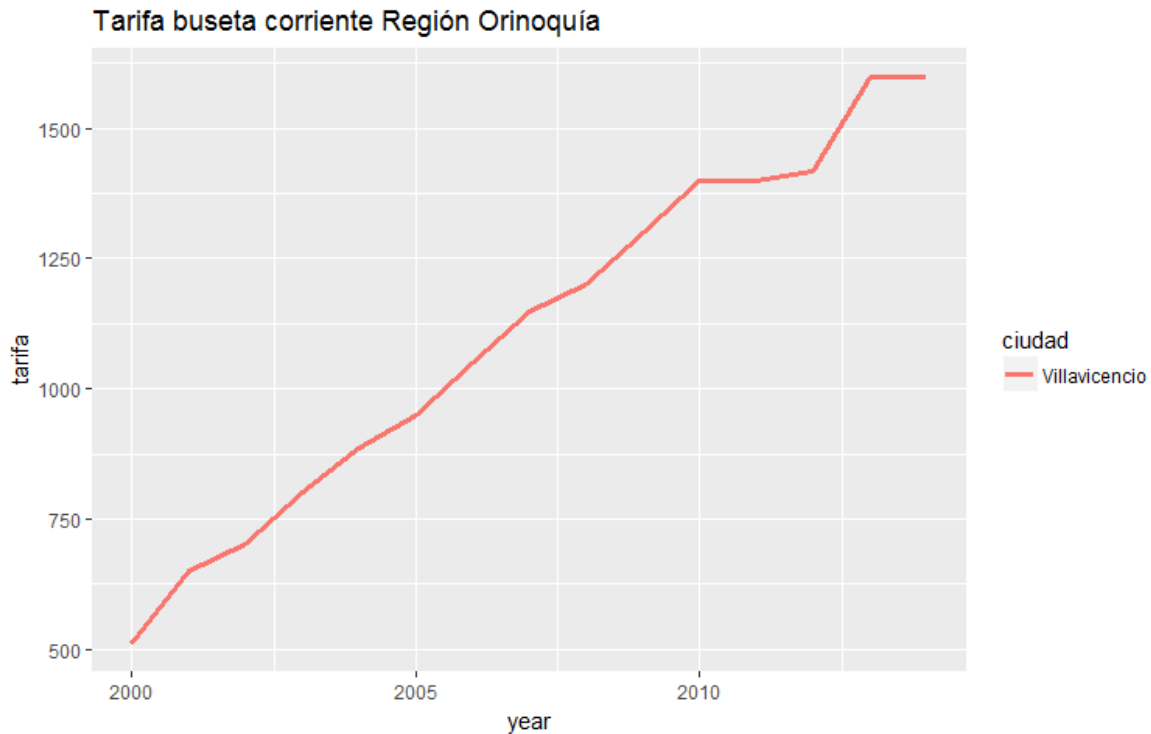
Gráfica No. 7: Tarifa para el bus corriente en la Región Amazónica



Fuente: Elaboración propia

Aunque la región Amazónica está conformada por: Amazonas (Leticia), Caquetá (Florencia), Guainía (Puerto Inírida), Guaviare (San José), Putumayo (Mocoa) y Vaupés (Mitú) la base datos dispuesta por el DANE, no recopila información precisa o confiable de las demás ciudades, por lo que se optó por tomar a Florencia como la ciudad base de estudio, para determinar el comportamiento creciente y regular que se evidencia en la tarifa. Además, esta es una de las zonas menos habitadas del país, con una gran limitación en el transporte, debido a las condiciones geográficas, las cuales impiden que haya desarrollo vial.

Gráfica No. 8: Tarifa para el bus corriente en la Región Orinoquía



Fuente: Elaboración propia

Al igual que en la región amazónica solo se posee una ciudad con datos tarifarios relevantes, en este caso Villavicencio. La tarifa para los pasajeros del bus corriente tuvo un descenso desde 2000 hasta comienzos de 2002. A partir de 2002 la tendencia del pasaje de bus ha ido en aumento hasta 2010, donde presenta una estabilidad de \$700 hasta finales de 2011.

MODELO

- **Descripción de los datos**

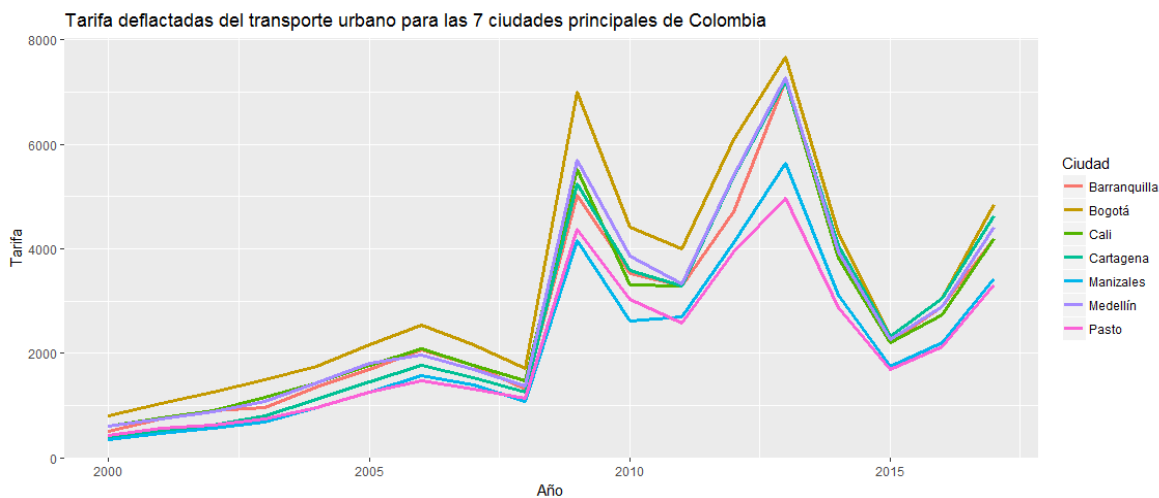
Los datos que nos van a permitir desarrollar el análisis estadístico están conformados por las tarifas promedio del tipo transporte público más usado de cada ciudad, las cuales son variables cuantitativas medidas en pesos colombianos desde el año 2000 hasta el 2017 de

las ocho ciudades principales de Colombia: Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Manizales y Pasto, debido que a que tienen un sistema de transporte más desarrollado y cuentan con una gran población. Estos datos cuentan con diferencias relevantes entre ciudades, debido a que son determinados por la Alcaldía de cada municipio a través de decretos. Las variaciones entre las series oscilan entre 20 y 200 pesos, siendo esta última uno de los cambios más drásticos para una región.

Otro tipo de datos que se va implementar, es el auxilio de transporte el cual es una variable cuantitativa medida en pesos colombianos, determinada por el Ministerio de transporte para todo el país. Los periodos de análisis van a ser entre 2000 y 2017, sus variaciones están muy relacionadas con las del salario mínimo.

Sin embargo, disponemos de tarifas que sufren alteraciones de un período a otro, por el efecto que las variaciones de los precios ejercen sobre el valor nominal, lo cual no permite realizar comparaciones correctas. El primer paso para conseguir resultados estadísticamente confiables es deflactar las series, es decir, transformarlas a precios constantes para que los valores sean equivalentes y, por lo tanto, comparables. De esta manera, se podrá analizar correctamente las variaciones que experimentan las series a lo largo del tiempo.

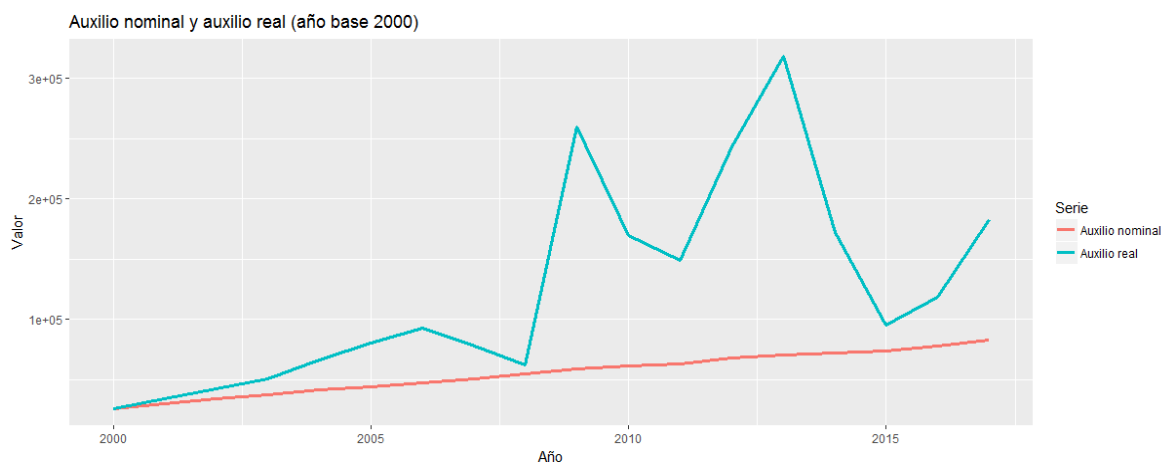
Gráfica No. 9: Tarifas de transporte urbano deflactadas a precios del 2000.



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica No. 9, se puede evidenciar que al deflactar las series tienen un comportamiento análogo a lo largo del tiempo, mostrando el fuerte efecto de distorsión que ejercía la inflación sobre las tarifas. Empero, Bogotá, se muestra como la ciudad con los precios reales más altos en transporte, seguida muy a la par por Medellín y Cali, a pesar de que Cali siempre se ha caracterizado por tener el gasto más aproximado al Auxilio, mostrando que sus tarifas son más sensibles a la inflación (Gráfica No. 4).

Gráfica No. 10: Auxilio de transporte nominal y real (Año base = 2000)



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica No.10, se muestra la serie nominal y real del Auxilio, en las cuales los valores reales a precios constantes del 2000 están muy por encima de su versión nominal. A pesar de lo anterior, su comportamiento guarda similitud al de las tarifas (Gráfica No.9), debido a la transformación realizada por el deflactor construido de acuerdo al IPC de cada periodo y del año base. El comportamiento lineal que existía en los datos, desaparece mostrando las verdaderas variaciones a lo largo de la serie, que era el efecto esperado.

- **Pruebas de Raíz unitaria**

Ahora bien, con las series deflactadas de las tarifas de transporte público de las siete principales ciudades y el Auxilio de transporte, es necesario probar si las series oscilan alrededor de sus medias, es decir, que no exista influencia del tiempo a lo largo de la serie,

de lo contrario no se puede garantizar que los supuestos macroeconómicos siempre se cumplan por su comportamiento sesgado y no se podría saber si dos series de tiempo están relacionadas en largo o en el corto plazo, impidiendo que se pueda probar la existencia de cointegración, que en este caso es fundamental para entender la relación entre el Auxilio y los precios de las tarifas.

Para la construcción del modelo es necesario, al menos, implementar tres pruebas que permitan determinar si las 8 series deflactadas son estacionarias o no, y en el caso de no serlo, encontrar el número de veces que se deben diferenciar, es decir, aplicar un proceso en el que se calcula la diferencia entre cada dato y el anterior, hasta conseguir unas series estacionarias. Esta es una estrategia conveniente, dado que nos permite comparar y evaluar las series con diferentes pruebas en busca de eliminar la raíz unitaria, que es una característica muy usual de las series que crecen a través del tiempo.

La primera prueba a realizar es el Test de Dickey Fuller Aumentado (ADF), su objetivo principal es determinar la estacionariedad de una variable autorregresiva, tiene la ventaja que aísla el efecto de la estacionalidad dentro de la prueba para evaluar la existencia de raíces unitarias. Para usar la prueba, primero se deben ingresar los datos de cada una de las series; la prueba ADF requiere que se escoja el número de rezagos óptimos, en este caso se determinó un nivel máximo de rezagos aleatorios de 12. Luego, la prueba arroja un valor estadístico, que nos permite evaluar con cierto nivel de confianza (generalmente el 5%) la hipótesis nula (***H₀***): *La serie no es estacionaria* y la hipótesis alternativa (***H_a***): *La serie es estacionaria*. Este proceso nos puede llevar a diferenciar n veces hasta que consigamos el orden de integración de la serie, aunque la mayoría de las series económicas son estacionarias o estacionarias de primer orden.

La segunda prueba es el Test de Phillips-Perron (PP) el cual realiza una modificación al test de Dickey Fuller (DF) para permitir errores heterocedástico. En vez de incluir más rezagos, se corrige el estadístico t calculado directamente. Una ventaja de la prueba es que asume formas no funcionales para el proceso de errores de la variable, es decir, es una prueba no paramétrica que permite aplicarse a una serie amplia de problemas, sin embargo, su

funcionamiento es mejor para muestras muy grandes. Este test no necesita rezagos adicionales, dado que modifica el estadístico de prueba, facilitando su implementación. El objetivo del test es el mismo del ADF, es decir, analiza si una serie es estacionaria con la **Ho**: existe al menos una raíz (no estacionaria) y la **Ha**: no existe raíz unitaria (estacionaria).

La tercera prueba es el Test de Kwiatkowsky, Phillips, Schmidt y Shin (KPSS), al igual que los anteriores test nos permite determinar si una serie es estacionaria. Lo interesante de esta prueba es que se enfoca en la tendencia estacionaria, ya que, es factible que una serie de tiempo no sea estacionaria, no tenga una raíz unitaria y continúe estacionaria, es decir, la media puede crecer o decrecer a lo largo del tiempo, pero en el caso de una perturbación el efecto será transitorio, porque la serie convergerá de nuevo a su media que no se vio afectada por el choque. En este caso la hipótesis nula es a la inversa y se enfoca en observar si una variable puede rechazar estacionariedad, es decir, **Ho**: La serie es estacionaria; **Ha**: La serie no es estacionaria.

En este proceso es necesario tener claro que la veracidad de las pruebas va a depender de las propiedades de los datos. Por lo cual, la estrategia será realizar 3 diferentes pruebas para conocer si cada una de las series son estacionarias o no, para al final poder concluir por lo menos, con dos de las tres pruebas.

Tabla No. 2: Pruebas de raíz unitaria para las series sin diferenciar

Series sin diferenciar	Dickey Fuller Aumentada			Phillips Perron			Kwiatkowsky, Phillips, Schmidt y Shin		
	P-valor	α	Hipótesis	P-valor	α	Hipótesis	P-valor	α	Hipótesis
Auxilio	0,1	0.05	Ho	0,33	0.05	Ho	0,11	0.05	Ho
Bogotá	0,1	0.05	Ho	0,30	0.05	Ho	0,11	0.05	Ho
Manizales	0,1	0.05	Ho	0,32	0.05	Ho	0,10	0.05	Ho
Medellín	0,1	0.05	Ho	0,31	0.05	Ho	0,10	0.05	Ho
Cali	0,1	0.05	Ho	0,30	0.05	Ho	0,10	0.05	Ho
Barranquilla	0,1	0.05	Ho	0,27	0.05	Ho	0,10	0.05	Ho
Cartagena	0,1	0.05	Ho	0,32	0.05	Ho	0,09	0.05	Ho
Pasto	0,1	0.05	Ho	0,34	0.05	Ho	0,11	0.05	Ho

Ho: Raíz unitaria Ha: Estacionaria Ho: No estacionaria Ha: Estacionaria Ho: No hay raíces unitarias Ha: Hay raíces unitarias

Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

En la Tabla No.2 se puede observar que cada una de las series (auxilio de transporte y las 7 ciudades principales de Colombia) posee al menos una raíz unitaria, gracias a que no se puede rechazar H_0 de las pruebas ADF y Phillips Perron para cada una de las series. Aunque la prueba KPSS indique que las series son estacionarias con un $\alpha=10\%$ no es lo suficientemente fuerte para poder determinar la estacionariedad de las series. Por ende, se debe diferenciar cada una de las series con el objetivo de transformarlas, esto para eliminar el comportamiento lineal, logrando así que el valor medio de cada una de serie sea estable a lo largo del tiempo. Además, garantizaremos que la varianza sea constante y la covarianza entre las observaciones no dependa del tiempo.

Tabla No. 3: Pruebas de raíz unitaria para las series en primera diferencia

Series diferenciadas 1 vez	Dickey Fuller Aumentada			Phillips Perron			Kwiatkowsky, Phillips, Schmidt y Shin		
	P-valor	α	Hipótesis	P-valor	α	Hipótesis	P-valor	α	Hipótesis
Auxilio	0,01	0.05	Ha	0,01	0.05	Ha	0,08	0.05	Ho
Bogotá	0,01	0.05	Ha	0,01	0.05	Ha	0,08	0.05	Ho
Manizales	0,02	0.05	Ha	0,01	0.05	Ha	0,07	0.05	Ho
Medellín	0,02	0.05	Ha	0,01	0.05	Ha	0,08	0.05	Ho
Cali	0,01	0.05	Ha	0,01	0.05	Ha	0,08	0.05	Ho
Barranquilla	0,01	0.05	Ha	0,01	0.05	Ha	0,08	0.05	Ho
Cartagena	0,02	0.05	Ha	0,01	0.05	Ha	0,08	0.05	Ho
Pasto	0,02	0.05	Ha	0,01	0.05	Ha	0,08	0.05	Ho

Ho: Raíz unitaria Ha: Estacionaria Ho: No estacionaria Ha: Estacionaria Ho: No hay raíces unitarias Ha: Hay raíces unitarias

Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

En la Tabla No.3, se muestran los resultados luego de diferenciar las series, indicando que para cada una de las pruebas las ocho series son estacionarias. Gracias a que el p-valor asociado para las pruebas ADF y PP es menor que el nivel de significancia del 5%, podremos rechazar la hipótesis nula de cada prueba y aceptar la hipótesis alterna de estacionariedad de las series. En cuanto a la prueba KPSS, el p-valor asociado a cada serie es mayor que el nivel de significancia, por lo cual, se acepta la hipótesis nula de no existencia de raíz unitaria en la serie, es decir, estacionariedad.

- **Pruebas de autocorrelación**

El objetivo de estas pruebas es determinar si existe correlación entre los errores o entre los rezagos de la serie. Esta problemática es muy usual en las series temporales y puede generar la estimación de coeficientes sesgados, es decir, que no son constantes a lo largo del tiempo; siendo estimadores pocos confiables para probar las hipótesis.

Para realizar este tipo de pruebas en el modelo es necesario construir un “dataframe” entre cada tarifa deflactada con el auxilio de transporte. Luego, se selecciona el número de rezagos óptimos con el objetivo de asegurar que los residuos sean “ruido blanco”. A través del comando VarSelect del programa R Studio, el cual permite, identificar el retardo óptimo, para encontrar los estimadores correctos. En este caso, se van a implementar dos pruebas de autocorrelación: Test Breusch-Godfrey (BG) y Test de Portmanteau Asymptotic.

El test de correlación serial de Breusch–Godfrey tiene como objetivo identificar la presencia de dependencia serial dentro de un modelo, previniendo la estimación de parámetros sub-óptimos. La prueba consiste en realizar una regresión auxiliar con Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para hacer un contraste de autocorrelación de orden p en los parámetros estimados. Las hipótesis que se evalúa son: H_0 : No existe autocorrelación; H_a : Existe autocorrelación.

Tabla No. 4: Prueba de Breusch-Godfrey

Test de autocorrelación de Breusch-Godfrey														
	BOGOTÁ		MANIZALES		MEDELLÍN		CALI		BARRANQUILLA		CARTAGENA		PASTO	
Rezagos	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis
1	0,315	Ho	0,577	Ho	0,102	Ho	0,791	Ho	0,152	Ho	0,893	Ho	0,610	Ho
2	0,016	Ha	0,059	Ho	0,102	Ho	0,062	Ho	0,025	Ha	0,089	Ho	0,056	Ho
3	0,021	Ha	0,127	Ho	0,029	Ha	0,190	Ho	0,034	Ha	0,053	Ho	0,146	Ho
4	0,041	Ha	0,043	Ha	0,060	Ho	0,230	Ho	0,030	Ha	0,168	Ho	0,023	Ha
5	0,070	Ho	0,070	Ho	0,070	Ho	0,070	Ho	0,070	Ho	0,070	Ho	0,070	Ho
6	0,185	Ho	0,185	Ho	0,185	Ho	0,185	Ho	0,185	Ho	0,185	Ho	0,185	Ho
7	0,363	Ho	0,363	Ho	0,363	Ho	0,363	Ho	0,363	Ho	0,363	Ho	0,363	Ho
8	0,568	Ho	0,568	Ho	0,568	Ho	0,568	Ho	0,568	Ho	0,568	Ho	0,568	Ho
9	0,749	Ho	0,749	Ho	0,749	Ho	0,749	Ho	0,749	Ho	0,749	Ho	0,749	Ho
10	0,875	Ho	0,875	Ho	0,875	Ho	0,875	Ho	0,875	Ho	0,875	Ho	0,875	Ho
11	0,947	Ho	0,947	Ho	0,947	Ho	0,947	Ho	0,947	Ho	0,947	Ho	0,947	Ho
12	0,981	Ho	0,981	Ho	0,981	Ho	0,981	Ho	0,981	Ho	0,981	Ho	0,981	Ho

Ho: No existe autocorrelación

Ha: Existe autocorrelación

Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

Al realizar la prueba de autocorrelación de Breusch–Godfrey podemos establecer que los errores no son linealmente dependientes entre sí. Debido a que para el primer rezago, el p-valor asociado a la tarifa de transporte de cada ciudad es menor que el 0,05 nivel de significancia, permitiéndonos asegurar que no tenemos problemas de autocorrelación. Además, a partir del quinto rezago, los estimadores de las series también gozarán de tener la mínima varianza posible.

El test Portmanteau tiene como propósito probar la no correlación en los residuos. Una de las ventajas de esta prueba, es que ofrece un criterio general sobre la correcta simulación del comportamiento de una variable. Las hipótesis propuestas por la prueba son: **Ho:** Las autocorrelaciones se asocian a una serie aleatoria; **Ha:** Presencia de autocorrelación. Para poder concluir se implementa el criterio de rechazo de la hipótesis nula que ocurre cuando el p-valor de la prueba es menor o igual al 0,05 nivel de significancia. Si es mayor no podemos suponer aleatoriedad.

Tabla No. 5: Prueba de Portmanteau

Test de autocorrelación de Portmanteau Asymptotic														
	BOGOTÁ		MANIZALES		MEDELLÍN		CALI		BARRANQUILLA		CARTAGENA		PASTO	
Rezagos	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis	p-valor	Hipótesis
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0	Ha	0	Ha	0	Ha	0	Ha	0	Ha	0	Ha	0	Ha
3	0,103	Ho	0,073	Ho	0,012	Ha	0,068	Ho	0,060	Ho	0,383	Ho	0,437	Ho
4	0,133	Ho	0,236	Ho	0,025	Ha	0,150	Ho	0,128	Ho	0,325	Ho	0,146	Ho
5	0,128	Ho	0,411	Ho	0,053	Ho	0,175	Ho	0,382	Ho	0,260	Ho	0,187	Ho
6	0,307	Ho	0,348	Ho	0,131	Ho	0,252	Ho	0,520	Ho	0,537	Ho	0,414	Ho
7	0,456	Ho	0,549	Ho	0,221	Ho	0,449	Ho	0,659	Ho	0,623	Ho	0,547	Ho
8	0,584	Ho	0,644	Ho	0,340	Ho	0,666	Ho	0,789	Ho	0,815	Ho	0,729	Ho
9	0,774	Ho	0,811	Ho	0,495	Ho	0,839	Ho	0,898	Ho	0,923	Ho	0,854	Ho
10	0,899	Ho	0,922	Ho	0,668	Ho	0,935	Ho	0,963	Ho	0,973	Ho	0,944	Ho
11	0,963	Ho	0,971	Ho	0,801	Ho	0,979	Ho	0,989	Ho	0,990	Ho	0,983	Ho
12	0,988	Ho	0,991	Ho	0,901	Ho	0,995	Ho	0,997	Ho	0,997	Ho	0,995	Ho

Ho: Las autocorrelaciones se asocian a una serie aleatoria

Ha: Existe autocorrelación

Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

Las correlaciones de las tarifas de transporte se asocian a una serie aleatoria, gracias a que no hubo evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula a partir del rezago tres. Sin embargo, las tarifas de transporte de Medellín poseen autocorrelación hasta el rezago cuatro, debido a que el P-valor asociado es menor al 0,05 nivel de significancia.

Al corroborar la no existencia de autocorrelación en los errores estaremos asegurado la validez de las conclusiones a posteriori de nuestro modelo, debido a que los estimadores van ser insesgados y eficientes.

- **Pruebas de Heterocedasticidad**

Esta prueba permite determinar cuando la varianza de los errores no es constante para toda la muestra, lo cual es de vital importancia, debido a que si no se detecta y se corrige la heterocedasticidad, los estimadores de mínimos cuadrados no serán eficientes, ya que no poseen la mínima varianza posible. Por tanto, no podremos hacer conclusiones reales con nuestro modelo. La Heterocedasticidad ocurre cuando se viola el tercer supuesto sobre la varianza de los errores del Teorema de Gauss Markov.

Por consiguiente, se hace uso de la prueba formal ARCHtest, la cual evalúa las siguientes hipótesis: **Ho: Homocedasticidad; Ha: Heterocedasticidad**. El criterio de rechazo de la hipótesis nula ocurre cuando el p-valor de la prueba es menor o igual al 0,05 nivel de significancia. En este caso, habrá evidencia suficiente para aceptar la hipótesis alternativa que indica la presencia de heterocedasticidad.

Tabla No. 5: Prueba de heterocedasticidad

Rezagos	BOGOTÁ	MANIZALES	MEDELLÍN	CALI	BARRANQUILLA	CARTAGENA	PASTO	α	Hipótesis
	P-valor								
1	0,34685	0,84254	0,89395	0,33554	0,38564	0,47318	0,91540	0,05	Ho
2	0,22569	0,35365	0,92147	0,22198	0,64174	0,49965	0,24887	0,05	Ho
3	0,53911	0,18318	0,50325	0,30221	0,13934	0,52635	0,36806	0,05	Ho
4	0,61205	0,61205	0,61205	0,61205	0,61205	0,61205	0,61205	0,05	Ho
5	0,95811	0,95811	0,95811	0,95811	0,95811	0,95811	0,95811	0,05	Ho
6	0,99922	0,99922	0,99922	0,99922	0,99922	0,99922	0,99922	0,05	Ho
7	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,05	Ho
8	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,05	Ho
9	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,05	Ho
10	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,05	Ho
11	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,05	Ho
12	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,05	Ha
<i>Ho: Homocedasticidad</i>				<i>Ha: Heterocedasticidad</i>					

Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

Luego de realizar la prueba de heterocedasticidad para nuestro modelo, no encontramos la existencia de este problema. Gracias a que no se cumple el criterio de rechazo de la

hipótesis nula, como se puede observar en la tabla 5. Al conocer que en nuestro modelo no existe la presencia de heterocedasticidad, podemos estar seguros que las conclusiones que podamos construir a partir de los resultados serán válidas.

- **Pruebas de Cointegración**

Las pruebas de cointegración permiten determinar la existencia de una relación de un equilibrio de largo plazo entre las series de tiempo, por lo cual a pesar de que las series crezcan a lo largo del tiempo, hay fuerzas económicas que tienden a empujarlas a un equilibrio.

Para que dos series estén cointegradas es necesario que se cumplan dos condiciones: ambas series deben ser estacionarias de igual orden (pero diferentes de cero) y que exista una combinación lineal de ambas que sea estacionaria de orden cero.

Uno de los métodos más comunes para probar la cointegración es el de Johansen, para el cual primero se debe determinar la existencia de raíces unitarias, después especificar un Vector AutoRegresivo con las series diferenciadas (hasta que sean estacionarias); para nuestras series deflactadas ya se ha construido el vector y se ha determinado el número de rezagos óptimos desde las pruebas de autocorrelación.

Tabla No. 5: Prueba de cointegración de Johansen

	Valor del test	Valores críticos (MAX)			Valor del test	Valores críticos (TRACE)		
		10%	5%	1%		10%	5%	1%
BOGOTÁ								
r <= 1	7,91	7,52	9,24	12,97	7,91	7,52	9,24	12,97
r = 0	16,78	13,75	15,67	20,2	24,69	17,85	19,96	24,6
MANIZALES								
r <= 1	7,57	7,52	9,24	12,97	7,57	7,52	9,24	12,97
r = 0	18,39	13,75	15,67	20,2	25,96	17,85	19,96	24,6
MEDELLÍN								
r <= 1	12,24	7,52	9,24	12,97	12,24	7,52	9,24	12,97
r = 0	17,79	13,75	15,67	20,2	30,03	17,85	19,96	24,6
CALI								
r <= 1	7,57	7,52	9,24	12,97	7,57	7,52	9,24	12,97
r = 0	18,39	13,75	15,67	20,2	25,96	17,85	19,96	24,6
BARRANQUILLA								
r <= 1	14,58	7,52	9,24	12,97	14,58	7,52	9,24	12,97
r = 0	21,78	13,75	15,67	20,2	36,36	17,85	19,96	24,6
CARTAGENA								
r <= 1	10,44	7,52	9,24	12,97	10,44	7,52	9,24	12,97
r = 0	18,87	13,75	15,67	20,2	29,32	17,85	19,96	24,6
PASTO								
r <= 1	4,27	7,52	9,24	12,97	4,27	7,52	9,24	12,97
r = 0	15,23	13,75	15,67	20,2	19,5	17,85	19,96	24,6
<i>Ho: No existen vectores de cointegración</i>					<i>Ha: Existe un vector de cointegración</i>			

Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

El método de Johansen considera las pruebas de Máximo Valor Propio (MAX), lado izquierdo de la Tabla No. 5 y la prueba de la Traza (TRACE), lado derecho de la misma. Las hipótesis evaluadas son: **Ho:** *No existe vectores de cointegración*, **Ha:** *Existe un vector de cointegración*. Se rechaza Ho, cuando el valor del estadístico de Traza o el Máximo Valor Propio sea mayor que el valor crítico seleccionado, normalmente el de 5 %. De acuerdo a lo anterior, a nivel de confianza del 95%, podemos aceptar la Ho, para cuatro de las siete ciudades: Bogotá, Cali, Manizales y Pasto; para el resto se identifica una la existencia de al menos un vector de cointegración, por lo cual se intuye de que las series tienen un equilibrio de largo plazo, sin embargo, es necesario implementar otras pruebas para poder corroborar dicha relación.

Otra prueba que sirve para conocer si dos o más series están cointegradas es la de Phillips y Ouliaris. Al igual que el método de Johansen, el objetivo de la prueba es determinar si existe una relación a largo plazo entre el auxilio de transporte y las diferentes tarifas del transporte público, es decir, si existe cointegración entre las series (Auxilio de transporte y

tarifa de “ciudad”). La prueba de Pu (variance ratio test) va a crear una regresión dependiendo del orden de las columnas del objeto en estudio, en nuestro caso, lo hará con el auxilio de transporte en función de las tarifas de transporte, y sobre esos residuos hará una prueba de Phillips y Perron. Las hipótesis que se evalúa son: **Ho:** *No existe cointegración;* **Ha:** *Existe cointegración.* El criterio de rechazo de la hipótesis nula ocurre cuando el valor del test (valor calculado) de la prueba es mayor o igual a los valores críticos de significancia (1%, 5% y 10%). En este caso, no habrá evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, indicando la no cointegración de las series en estudio.

Tabla No. 6: Prueba de Phillips y Ouliaris

Ciudades	Valor del test	Valores críticos			Hipótesis
		10%	5%	1%	
BOGOTÁ	11,2574	27,8536	33,713	48,0021	Ho
MANIZALES	10,2329	27,8536	33,713	48,0021	Ho
MEDELLÍN	10,0145	27,8536	33,713	48,0021	Ho
CALI	11,6927	27,8536	33,713	48,0021	Ho
BARRANQUILLA	27,8536	27,8536	33,713	48,0021	Ha
CARTAGENA	11,9319	27,8536	33,713	48,0021	Ho
PASTO	17,0066	27,8536	33,713	48,0021	Ho

Ho: No existe cointegración *Ha: Existe cointegración*

Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

En la Tabla No. 6 al realizar la prueba Pu, encontramos que no existe una relación de largo plazo entre las diferentes ciudades en estudio y el auxilio de transporte, para ningún nivel de significancia. Sin embargo, las tarifas de transporte de Barranquilla y el auxilio de transporte están cointegradas al 10% de significancia, debido a que el valor calculado de las tarifas para Barranquilla (27,8536) es igual al valor crítico de la prueba a 10% (27,8536).

Tabla No. 7: Prueba de cointegración PZ

Ciudades	Valor del test	Valores críticos			Hipótesis
		10%	5%	1%	
BOGOTÁ	19,7113	47,5877	55,2202	71,9273	Ho
MANIZALES	19,2808	47,5877	55,2202	71,9273	Ho
MEDELLÍN	18,0303	47,5877	55,2202	71,9273	Ho
CALI	21,6425	47,5877	55,2202	71,9273	Ho
BARRANQUILLA	12,3398	47,5877	55,2202	71,9273	Ho
CARTAGENA	18,762	47,5877	55,2202	71,9273	Ho
PASTO	25,2431	47,5877	55,2202	71,9273	Ho

Ho: No existe cointegración *Ha: Existe cointegración*

Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

La estructura de la prueba de Pz (Multivariate trace test) es similar a la prueba Pu con la diferencia que no considera el orden de las variables. Posee las mismas hipótesis y mismo criterio de rechazo. En la Tabla No.7 podemos observar que no existe una relación a largo plazo entre las tarifas de transporte de las diferentes ciudades y el auxilio de transporte, incluso Barranquilla, la cual en la prueba Pz arrojó que tenía una relación con el auxilio de transporte a largo plazo.

- **Pruebas de Normalidad**

La prueba de normalidad permite establecer si un conjunto de datos se ajusta a una distribución normal. El objetivo de realizar esta prueba en nuestro modelo, es comprobar que los errores sean normales. Esto con el fin de que los estimadores también lo sean, y así poder validar las conclusiones que arroje nuestro modelo. Las hipótesis que se evalúa son: **Ho:** Los datos vienen de una distribución normal multivariada; **Ho:** Todos los residuos son insesgados; **Ho:** La curtosis es la adecuada para la distribución normal. El criterio de rechazo de la hipótesis nula ocurre cuando el P-valor del test es menor o igual al 5% nivel de significancia.

Tabla No. 8: Prueba de normalidad

Ciudades	P-valor		
	JB TEST	SKEWNESS	KURTOSIS
BOGOTÁ	0,7559	0,7242	0,5365
MANIZALES	0,8042	0,5489	0,8083
MEDELLÍN	0,8001	0,5031	0,8718
CALI	0,6656	0,4552	0,6672
BARRANQUILLA	0,6061	0,4015	0,64
CARTAGENA	0,4306	0,368	0,402
PASTO	0,6346	0,3962	0,7032

Ho: Los datos vienen de una distribución normal multivariada

Ho: Todos los residuos son insesgados

Ho: La kurtosis es la adecuada para la distribución normal

Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

Después de realizar la prueba de normalidad podemos establecer que las tarifas de transporte de las ciudades en estudio vienen de una distribución normal, sus residuos son insesgados y la curtosis es la adecuada para una distribución normal. Gracias a esto podemos realizar inferencia sobre los estimadores y llegar a conclusiones válidas sobre el modelo.

- **Causalidad**

La causalidad se determina cuando una variable influye directamente en el comportamiento de otra variable, es decir, cuando existe una relación de causa y efecto entre dos variables, y no una mera correlación entre ellas. El objetivo de realizar esta prueba para nuestro modelo, es determinar con certeza si existe un efecto causal entre las tarifas de transporte de las diferentes ciudades de estudio y el auxilio de transporte, es decir, si existe una relación directa entre el comportamiento del auxilio de transporte y las diferentes tarifas. Las hipótesis que se evalúa son: **Ho:** *No existe causalidad entre las tarifas de "Ciudad" y el Auxilio de transporte;* **Ha:** *Existe causalidad entre las tarifas de "Ciudad" y el Auxilio de transporte;* ***Ho:** *No hay causalidad instantánea entre las tarifas de "Ciudad" y el Auxilio;* ***Ha:** *Existe causalidad instantánea entre las tarifas de "Ciudad" y el Auxilio.* El criterio de rechazo de la hipótesis nula ocurre cuando el valor F de la prueba es menor o igual al P-valor asociado de la prueba. En este caso, habrá evidencia suficiente para rechazar la

hipótesis nula, indicando la *existencia de causalidad o causalidad instantánea entre las tarifas de "Ciudad" y el Auxilio de transporte.*

Tabla No. 9: Causalidad entre las tarifas de transporte público y el Auxilio de transporte

Ciudades	Granger			Instantanea*	
	F-test	P-valor	Hipótesis	P-valor	Hipótesis
BOGOTÁ	0,55152	0,5846	Ho	0,006314	Ho
MANIZALES	0,18762	0,8304	Ho	0,006364	Ho
MEDELLÍN	0,0082152	0,9918	Ha	0,006192	Ha
CALI	0,16226	0,8513	Ho	0,006286	Ho
BARRANQUILLA	0,30578	0,7399	Ho	0,006482	Ho
CARTAGENA	0,49443	0,6172	Ho	0,006237	Ho
PASTO	0,13925	0,8708	Ho	0,006282	Ho

Ho: No existe causalidad entre las tarifas de "Ciudad" y el Auxilio de transporte

**Ho: No hay causalidad instantanea entre las tarifas de "Ciudad" y el Auxilio de transporte*

Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

En la Tabla No. 9, se resumen los resultados de las pruebas de causalidad, en las que se encontró que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula para cada una de las ciudades, dando como resultado la No existencia de causalidad (causalidad instantánea) entre las tarifas de transporte y el auxilio de transporte. Sin embargo, podemos observar la existencia de causalidad (causalidad instantánea) entre las tarifas de transporte de Medellín y el auxilio de transporte, gracias a que el F-test (0,008) es menor al 0,05 de nivel de significancia.

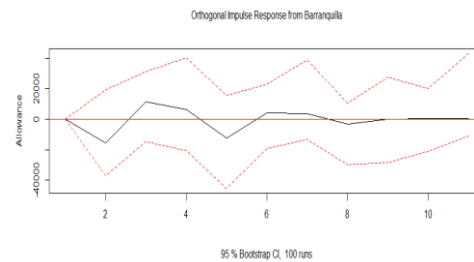
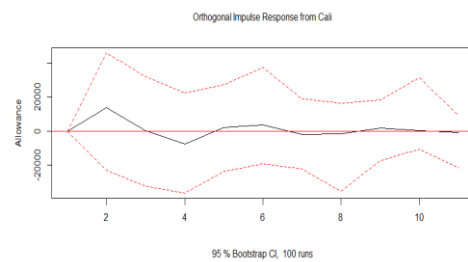
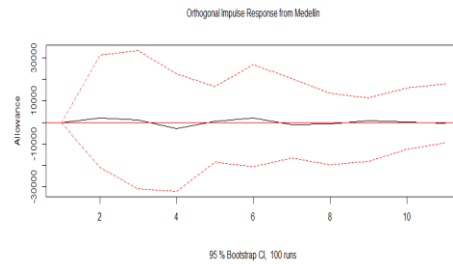
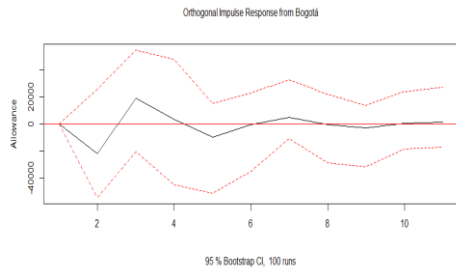
- **Función Impulso Respuesta (FIR)**

El objetivo de probar esta función en nuestro modelo es observar el comportamiento del auxilio de transporte presente y futuro frente a cambios en los errores. La función impulso respuesta es un análisis mediante simulación de las reacciones que causan las variables endógenas a las variables exógenas.

Al realizar las pruebas de impulso respuesta para las tarifas de transporte de las diferentes ciudades en estudio y el auxilio de transporte, podemos observar que el intervalo de

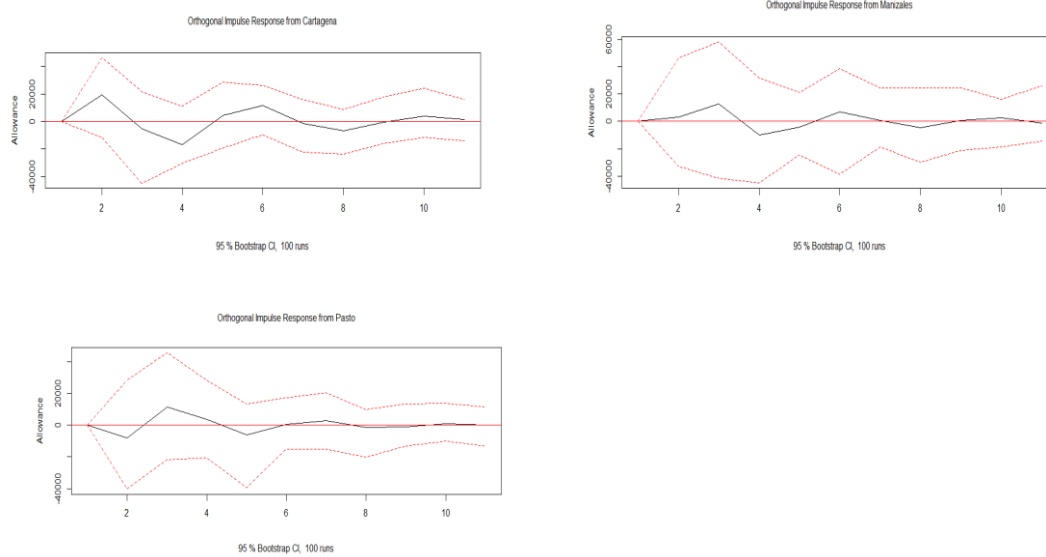
confianza siempre contiene a cero. Esto nos permite concluir que choques inesperados de las tarifas de transporte no generan cambios en el auxilio de transporte.

Gráfica No. 9, 10, 11 y 12: FIR aplicando choques a las tarifas de transporte público de las ciudades: Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, para analizar su efecto en el Auxilio de transporte.



Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

Gráfica No. 13, 14 y 15: FIR aplicando choques a las tarifas de transporte público de las ciudades: Cartagena, Manizales, y Pasto, para analizar su efecto en el Auxilio de transporte.



Fuente: Elaboración propia a través de R Studio

HALLAZGOS

- ✓ Podemos realizar conclusiones veraces a partir de los resultados que nos brinde el modelo, debido a que este no posee problemas de heterocedasticidad.
- ✓ Podemos ratificar que no hay una relación directa entre el auxilio de transporte y las tarifas de transporte para las siete ciudades principales de Colombia. Sólo es una mera correlación.
- ✓ No hay una relación a largo plazo (cointegración) entre el auxilio de transporte y las tarifas de transporte para las siete ciudades principales de Colombia.
- ✓ No existe una reacción en el comportamiento del auxilio de transporte ante choques inesperados en las tarifas de transporte para las siete ciudades principales de Colombia.

CONCLUSIONES

Este trabajo tuvo como fin analizar el comportamiento del auxilio de transporte y las tarifas de transporte para las siete ciudades principales de Colombia (2000 – 2017), mediante la utilización de series temporales. El modelo tuvo en cuenta series estacionarias logradas después de sus primeras diferencias. Al realizar el análisis de cointegración, obtuvimos como resultado para la mayoría de las ciudades la no existencia de cointegración, por lo tanto, el Auxilio de transporte no está determinado por los precios de las tarifas de las ciudades en el largo plazo. Este hecho implica que la determinación del Auxilio no tiene ninguna relación con la determinación de los precios de las tarifas, por lo cual, se infiere que los hacedores de política pública no están pensando correctamente la estimación de esta política, debido a que el objetivo principal es subsidiar efectivamente el costo del transporte público de los Colombianos, que deben transportarse diariamente desde sus hogares hasta sus sitios de trabajo, y que ganan menos de dos salarios mínimos mensuales legales vigentes. Sin embargo, se encuentra en el análisis de las series que a medida que avanzan en el tiempo, y dada las diferencias por ciudades de las tarifas de transporte público, no se percibe que el Auxilio logre cubrir los incrementos tarifarios del transporte público, haciendo ineficiente esta medida y poco ajustada a la realidad del contexto colombiano.

Además mediante la función de impulso respuesta se determinó, que no se genera reacción en el comportamiento del auxilio de transporte ante choques inesperados en las tarifas de transporte para las siete ciudades principales de Colombia. Lo anterior, nos lleva a concluir que los “Policy Makers” no toman en cuenta el incremento anual de las tarifas de transporte público en Colombia para decretar el Auxilio de transporte. Todas estas conclusiones son válidas frente a la luz de la teoría económica, debido a que el modelo no sufre de problemas como: autocorrelación, heterocedasticidad, entre otros, que invaliden las conclusiones aquí mencionadas.

Para implementar un subsidio que cumpla con el objetivo planteado en la Ley 15 de 1959 y reglamentada por el decreto 1258 de 1959; primero se debe definir que el verdadero determinante del subsidio no es el IPC, ya que este es un enfoque muy general de la economía y no refleja la realidad del precio de las tarifas del transporte público. Lo ideal, es

tomar la serie de tiempo de un periodo de alrededor de 20 años de las tarifas de transporte público y realizar proyecciones de su posible crecimiento para estimar el aumento del Auxilio de transporte.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta para el cálculo del auxilio que el contexto del transporte público entre ciudades es muy divergente, debido a que hay regiones del país que cuentan con sistemas de transportes más integrados, que facilitan la movilidad de los pasajeros disminuyendo los costos de movimiento, mientras que hay otras ciudades que aún no han podido realizar la transición a los SITM y presentan problemáticas en sus sistemas de transporte tradicional, además de las diferencias en el costo de vida entre cada región. En consecuencia, no se justifica un subsidio de transporte generalizado, porque nuevamente, ignora la realidad de los trabajadores. Lo más conveniente en este caso es diferenciar el transporte por región, que es un análisis más factible y recoge las características de las ciudades de la zona geográfica, permitiendo estimar un Auxilio de transporte que sea eficiente para las personas.

Ahora bien, los hacedores de política deben de tener en cuenta los costos implícitos del transporte que afecta las demandas de este servicio y llevan a que las personas busquen medios de transporte opcionales, aumentando la crisis del servicio de transporte y afectando el costo de movilizarse.

Parte de los principales factores que no han sido tenidos en cuenta por las empresas prestadores del servicio y por los gobiernos locales en el momento de estimar las tarifas, son enunciados por J. S. Dodgson y N. Topham en su investigación “*BENEFIT- COST RULES FOR URBAN TRANSIT SUBSIDIES*” (1987) son: la elasticidad tarifaria de la demanda de servicios de tránsito, los costos marginales del servicio de tránsito, la elasticidad cruzada de la demanda entre la tarifa de tránsito y el uso de automóviles privados, el costo del tiempo de espera de los usuarios, la proporción del aumento de los subsidios a ser financiados por la tributación local, la elasticidad-precio de la demanda del bien gravado y la tasa impositiva inicial sobre servicio gravado localmente.

Al incluir todos estos parámetros a un análisis, se puede asumir de manera diferente el papel de los subsidios del transporte. En este caso orientando el análisis no de subsidiar a los trabajadores, sino a financiar o compensar la reducción de las tarifas de transporte y a

disminuir las pérdidas de eficiencia en el servicio, promoviendo un mayor bienestar para toda la sociedad.

A este argumento también se le suma la postura del autor Peter K. Else que en su investigación "*OPTIMAL PRICING AND SUBSIDIES FOR SCHEDULED TRANSPORT SERVICES*" concluye que es mucho más favorable mantener tarifas de servicio público bajas (mediante políticas de control de tarifas), o por lo menos, que beneficien a los menos favorecidos, que crear o implementar subsidios para alcanzar objetivos de distribución. Lo anterior, se sustenta en el estudio de Glaister que sugiere que en algunas áreas metropolitanas del Reino Unido los beneficios netos positivos se derivarían de los niveles de prestación del servicio, así como de tarifas más bajas. Esto permite que existan unos beneficios marginales más significativos, y que no se presenten servicios excesivos de transporte a causa de los subsidios.

ANEXOS

- **Costos variables**

Ecuación 1 Combustible

$$$/km = \frac{\$/galón}{km/galón} \quad \$/pasajero = \frac{\$/mes}{pasajeros/mes}$$

Ecuación 2 Lubricantes

$$$/km = \frac{\text{valor de cada unidad} \times \text{número de unidades}}{\text{frecuencia de cambio}}$$

Ecuación 3 Llantas

$$$/km = \frac{\text{valor de cada unidad} \times \text{número de unidades}}{\text{frecuencia de cambio}}$$

Ecuación 4 Servicio en monta llantas

$$$/km = \frac{\text{valor de cada servicio} \times \text{número de servicios}}{\text{frecuencia de cambio de las llantas}}$$

Ecuación 5 Salario y prestaciones

$$\text{salarios y prestaciones} = \frac{\text{salario del conductor} + \text{carga prestacional mensual}}{\text{kilometros recorridos mes}}$$

$$$/pasajero = \frac{\text{salario del conductor} + \text{carga prestacional mensual}}{\text{pasajeros movilizados mes}}$$

Ecuación 6 Servicios de estación

$$$/km = \frac{\text{valor servicio}}{\text{fracuencia del servicio expresado en km}}$$

- **Costos fijos**

Ecuación 7 Garaje, impuestos, administración y seguros

$$$/mk = \frac{\text{valor mensual}}{\text{kilómetros recorridos en el mes}}$$

- **Costos de capital**

$$C = \frac{(Va * (1 + r)^n * r) - (Vs * r)}{(1 + r)^n - 1}$$

$$r = \frac{1 + k}{1 + f} - 1$$

Donde,

C, es el costo de capital.

Va, valor comercial para el vehículo para el año de estudio.

N, vida útil del vehículo (20 años).

Vs, valor de salvamento 30% de Va.

r, tasa de interés real.

k, tasa promedio anual de colocación.

f, tasa promedio anual de inflación.

BIBLIOGRAFÍA

Econometría Avanzada II - Modelo ARMA y ARIMA (Libro)

Alonso, J. C. (2012). Modelo ARMA y ARIMA. J. C. Alonso (Ed.), *Econometría Avanzada II* (Ed. 1, pp. 1-7). Cali, Colombia: Universidad ICESI.

Econometría Avanzada II - Estimación de Modelos ARMA y ARIMA (Libro)

Alonso, J. C. (2012). Estimación de Modelos ARMA y ARIMA. J. C. Alonso (Ed.), *Econometría Avanzada II* (Ed. 1, pp. 1-21). Cali, Colombia: Universidad ICESI.

Econometría Avanzada – Estacionariedad (Libro)

Alonso, J. C. (2012). Estacionariedad. J. C. Alonso (Ed.), *Econometría Avanzada* (Ed. 1, pp. 1-9). Cali, Colombia: Universidad ICESI

Mendoza. González, M. A., Quintana. Romero, L. (2016). *Econometría aplicada utilizando R*, México, D.F., Facultad de Estudios Superiores Acatlán

Topham, N., & Dodgson, J. S. (1987). Benefit-Cost Rules for Urban Transit Subsidies: An Integration of Allocational, Distributional and Public Finance Issues. N. Topham, & J. S. Dodgson, *Benefit-Cost Rules for Urban Transit Subsidies: An Integration of Allocational,*

Méndez. Fernanda, B. F. (2015). Universidad Nacional de Rosario: ESTIMACIÓN ROBUSTA DE LA PRUEBA DE PORTMANTEAU. Volumen (3), pp. 03 – 24

scalante. Cortina, R. D., Mayorga. Mogollon, W. y Vergara. Schmalbach, J. C. (2010). Manual de aplicación del modelo de regresión lineal múltiple con correcciones de especificación, usos de STATA 9.0, STATA 10.0, EVIEWS 5.0, SSPS 11.0. Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales. Volumen(2), pp. 45 – 56.

Kerin, P. D. (1987). Why Subsidise State Transport Authorities? In P. D. Kerin, *Why Subsidise State Transport Authorities?* (Ed. 1., pp. 60-72). Recuperado de http://www.jstor.org/stable/20635413?seq=1#page_scan_tab_contents

Mayeres, I. (2000). The Efficiency Effects of Transport Policies in the Presence of Externalities and Distortionary Taxes. I. Mayeres. *The Efficiency Effects of Transport Policies in the Presence of Externalities and Distortionary Taxes* (Ed. 1., pp. 233-259). Recuperado de http://www.jstor.org/stable/20053841?seq=1#page_scan_tab_contents

Frankena, M. W. (1983). The Efficiency of Public Transport Objectives and Subsidy Formulas. M. W. Frankena, *The Efficiency of Public Transport Objectives and Subsidy*

- Formulas* (pp. 67-76). Recuperado de http://www.jstor.org/stable/20052667?seq=1#page_scan_tab_contents
- Evans, A. (1985). Equalising Grants for Public Transport Subsidy. A. Evans, *Equalising Grants for Public Transport Subsidy* (pp. 105-138). Recuperado de http://www.jstor.org/stable/20052744?seq=1#page_scan_tab_contents
- Else, P. (1985). Optimal Pricing and Subsidies for Scheduled Transport Services. P. Else, *Optimal Pricing and Subsidies for Scheduled Transport Services* (pp. 263-279). Recuperado de http://www.jstor.org/stable/20052755?seq=1#page_scan_tab_contents
- Barbosa, C. Vega. (2016, 21 noviembre). Productividad complicaría incremento de salario mínimo. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/economia/productividad-complicaria-incremento-de-salario-minimo-articulo-666647>
- Revista Semana. (2010, 27 enero). El costo del transporte en Colombia subió más que el salario mínimo. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/economia/el-transporte-subio-mas-el-salario-minimo-articulo-613222>
- Revista Semana. (2017, 10 febrero). En 2018 Pasto contará con el primer sistema estratégico de transporte del país. Recuperado de <http://www.semana.com/contenidos-editoriales/pasto-tambien-somos-sur/articulo/el-sistema-de-transporte-que-llegara-a-pasto/542492>
- VANTE. (2017). Sistema Estratégico de Transporte Publico. Recuperado de <https://www.avante.gov.co/>
- Collado. Di Franco, M. (2014, 24 julio). Los Salarios Dependen de la Productividad, No Se Decretan. Recuperado de <http://crees.org.do/es/art%C3%ADculo/los-salarios-dependen-de-la-productividad-no-se-decretan>
- Breusch, T. S. y Pagan, A.R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*. Volumen (49), pp. 1287-1294.
- Salario Minimo Colombia 2017. (2017). La inflación y el salario mínimo en Colombia. Recuperado de <http://www.salariominimo2017.de/colombia/la-inflacion-y-el-salario-minimo/>
- Redacción Portafolio. (2010, 25 febrero). Productividad y salario mínimo. Recuperado de <http://www.portafolio.co/opinion/redaccion-portafolio/productividad-salario-minimo-140492>
- Mercado, P. (2014). Aumentar el salario mínimo es reconocer la productividad laboral. Recuperado de <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/aumentar-el-salario-minimo-es-reconocer-la-productividad-laboral.html>

Distributional and Public Finance Issues (Vol. 21, pp. 51-71). Recuperado de http://www.jstor.org/stable/20052802?seq=1#page_scan_tab_contents

DANE. (2017). Dane: Información estratégica. Bogotá, Colombia, Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/>

DANE. (2017). Dane: Encuesta de Transporte Urbano (ETUP). Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/transporte/encuesta-de-transporte-urbano-etup>

Crespo, M. A. (5 de enero de 2017). En 30 años salario mínimo apenas compensa la inflación . Obtenido de <http://www.elmundo.com/noticia/En-30-a-ntilde-os-salario-m-iacute-nimo-apenas-compensa-la-inflaci-oacute-n/44496>

La República. (2 de enero de 2017). Los precios que también se ajustan con el incremento del salario mínimo. Obtenido de http://www.larepublica.co/los-precios-que-tambi%C3%A9n-se-ajustan-con-el-incremento-del-salario-m%C3%ADnimo_455931

Villagración, T. (s.f.). Series temporales. Obtenido de http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/leganes/ing_industrial/estadistica_industrial/doc_grupo1/archivos/Apuntes%20de%20series.pdf

Montero. R (2013): *Variables no estacionarias y cointegración*. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España

Universidad de los Andes. (13 de 10 de 2015). La triste historia del transporte público en Bogotá. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=S4E-vor4GVM>