

# Estudio para la estimación de la tarifa del pasaje en autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra

*Jorge Gualsaqui*

*Carrera de Ingeniería Automotriz, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas  
Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador*

**Abstracto**— El objetivo de este trabajo de grado fue especificar una metodología para establecer la tarifa del pasaje urbano acorde con la realidad socioeconómica de la ciudad y de acuerdo con las condiciones de operación del transporte público urbano en Ibarra, para ello se plantea una metodología de seis etapas. En la primera parte se realiza la inversión y el financiamiento el cual se determinó por medio de ecuaciones matemáticas y con la ayuda de fuentes primarias como las avalúos de los vehículos más representativos de la flota; La verificación de las rutas se estableció mediante el uso de dispositivos GPS que verifican las distancias recorridas en la carretera; El número equivalente ponderado de usuarios se determinó a través de un estudio técnico de ascensos y descensos de pasajeros; mientras que los costos operativos se estimaron mediante una encuesta de datos in situ para una muestra probabilística y con ecuaciones matemáticas; finalizando con un proceso puramente financiero como la realización de la evaluación financiera para proyectos privados. Los resultados obtenidos de la tarifa con una rentabilidad socialmente justa del 19 % muestran que para el caso actual de la cooperativa 28 de Septiembre donde se toma de referencia a un vehículo promedio de 15 años se propone una tarifa de 0,26 \$, mientras que para el caso de una nueva inversión o reinversión con un vehículo del año 2010, es decir con 8 años de circulación, se estimó una tarifa de 0,28 \$ y finalmente para el tercer caso analizado de una nueva inversión o reinversión con un vehículo nuevo se estimó una tarifa del 0,33 \$.

**Índice de términos**— consumo de combustible, autobuses urbanos, costos variables, costos fijos, captación de pasajeros.

## I. INTRODUCCIÓN

El aumento en la tarifa del pasaje del transporte urbano en las ciudades del Ecuador trae problemas sociales, debido a la importancia de este servicio para otras actividades económicas, por lo cual es necesario establecer una tarifa socialmente justa. La disponibilidad de metodologías para estimar la tarifa del pasaje es diversa, en el país se encuentra vigente la metodología nacional para fijar la tarifa del pasaje urbano e intracantonal realizada por la Agencia Nacional de Tránsito en el 2014, también se encuentran disponibles varias metodologías internacionales las cuales cuentan con herramientas tecnológicas y procedimientos técnicos actuales que permiten y facilitan valorar la tarifa del pasaje urbano.

La importancia de establecer procedimientos y técnicas actuales y específicas para estimar la tarifa del pasaje en el transporte urbano de la ciudad de Ibarra es con el fin de disminuir errores humanos durante el proceso, debido a que la metodología vigente en el país contiene información general y subjetiva además de errores de fondo y de forma, siendo evidentemente necesario fijar procedimientos técnicos adecuados que disminuyan estos errores con el fin de establecer una tarifa que se ajuste a la realidad socioeconómica de la ciudad.

La problemática que enfrentan los propietarios de las unidades de transporte urbano es la exigencia de múltiples funciones objetivo del sector público como: transporte moderno, eficiente, con gran cobertura, con contaminación admisible, tarifas accesibles, tratamiento especial para grupos individualizados de usuarios, todas estas representan mayores gastos. Al tener una tarifa de transporte urbano menor a la establecida por el estudio técnico realizado por el municipio de Ibarra; el cual determina una tarifa referencial de 0,34 dólares; no se puede alcanzar los objetivos o normas establecidas por parte de la Agencia Nacional de Tránsito para el transporte de buses urbanos en la ciudad de Ibarra. El problema para establecer una tarifa socialmente justa radica en no tener un sistema tarifario con boletos lo que vuelve difícil estimar los ingresos diarios, además de ser muy propenso a tener pérdidas en la entrega del dinero. Otro aspecto importante es la falta de registros de mantenimiento lo que dificulta la estimación de estos costos.

Un estudio para determinar una tarifa del servicio de transporte urbano se hace evidente puesto a que las condiciones para el análisis de este han cambiado en los últimos años. La implementación de nuevos servicios en el transporte urbano, cambios en el costo de mantenimiento preventivo como correctivo representan un costo adicional al propietario de los autobuses lo que afectaría directamente a la rentabilidad del trabajo, además el aumento de población anual que utiliza el transporte urbano también modifica las condiciones para este estudio, siendo necesario recalcular la tarifa de transporte urbano en la ciudad de Ibarra. En la actualidad, la tarifa en el sistema de transporte urbano es fijado por los Gobiernos Autónomos Descentralizados según estudios técnicos presentados por las empresas o cooperativas de transporte, quienes se rigen a una metodología emitida por el Directorio Ejecutivo de la Agencia Nacional de Tránsito la cual es generalizada y contiene información imprecisa y errónea en forma y de fondo. Por tal motivo es importante contar con una metodología que sea más precisa y detallada, en concordancia a la realidad operativa del transporte urbano de Ibarra; la cual defina métodos detallados que sean más precisos para la estimación del valor de los costos operativos y de afluencia de pasajeros.

La Universidad Técnica del Norte siendo una identidad autónoma e imparcial tiene la necesidad de realizar un estudio detallado y técnico sobre la estimación de la tarifa de transporte urbano en la ciudad de Ibarra. En el año 2015 se realizaron estudios para la determinación del pasaje, pero no profundizaban en la parte técnica y mucho menos eran imparcial, debido a que los estudios fueron realizados por las mismas cooperativas de transporte público urbano; a quienes se les aprobó el alza del pasaje mediante un acuerdo con el municipio, este acuerdo trataba sobre el alza de pasajes en buses

urbanos y el compromiso de los transportistas para implementar nuevos servicios el cual se firmó el 24 de mayo del 2015. Es así, que se hace necesario determinar una metodología acorde con la realidad que presenta el transporte público de la ciudad de Ibarra en la actualidad y obtener la estimación real de la tarifa del pasaje en el transporte urbano.

Además, es importante mencionar, que el Gobierno Central subsidia los combustibles comercializándose a un valor inferior respecto a precios referenciales internacionales del diésel; desde el punto de vista económico este valor ayudado que las tarifas del pasaje tengan valores mucho menores a los otros países, la situación económica actual del país ha hecho que dichos subsidios sean casi insostenibles para el Estado central. Los valores más bajos de los boletos para el transporte urbano se dan en Caracas (US\$ 0.02), que tiene los precios más bajos de combustible; en Buenos Aires (US\$ 0.20), gracias a importantes subsidios a las empresas concesionarias; en El Salvador (US\$ 0.25), también beneficiaria de subsidios; seguido de algunas ciudades del Ecuador que aún conservan la tarifa de US\$ 0.25 para el transporte urbano.

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El marco jurídico e institucional pertinente a la presente investigación inicia con la constitución de la República del Ecuador artículos 264 y 394 referente al régimen de competencias, inclusión y equidad. También hace referencia a la Ley orgánica de transporte y seguridad vial art. 1, 3, 20, 29 y 30.5 que establece la regulación, control y organización del transporte público. Finalmente se considera también el reglamento a la ley de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial art. 40 y 46 los cuales establecen normativas a los conductores, peatones y operadoras de transporte y definen las diferentes tarifas.

La regulación tarifaria del transporte urbano en el Ecuador está a cargo del sector público, el cual se centra en regular los parámetros de operación, estándares de calidad y universalidad del servicio; además de establecer la tasa de ganancia que perciben los transportistas para lo cual es imprescindible estimar la tarifa a cobrarse mediante un proceso técnico el cual considere las tarifas preferenciales. Las entidades públicas de transporte tienen la necesidad de contar con técnicas y métodos que garanticen estimar la tarifa del pasaje real en autobuses urbanos, las cuales varían acorde a realidad socio económica de la ciudad y de las condiciones operativas que presentan las cooperativas de transporte urbano. Es así como a continuación se presenta dos metodologías, una nacional y otra internacional

En el primer trabajo la metodología establece determinar previo al cálculo de tarifa del transporte urbano un levantamiento de información en campo referente a costos y demanda del servicio de transporte urbano, la cual aporte con datos necesarios para la estimación del pasaje. Sin embargo, no especifica la técnica a utilizarse para obtener dichos valores iniciales. La metodología de la ANT presenta la siguiente estructura: 1 determinación de la inversión y financiamiento y amortización, luego se determina la demanda, costos operativos finalizando con un análisis financiero.

Un segundo trabajo asociado al estudio es una metodología internacional que permite estimar la tarifa del transporte urbano, la cual consiste en la determinar del valor que se gasta por unidad de transporte, ruta o empresa y se relaciona con el número de pasajeros que la unidad, ruta o empresa transportan durante un periodo considerado. Según Ángel Molinero (2005), “las cooperativas o empresas carecen de registros confiables, tanto de costos como de afluencias de pasajeros debido la estructura individual que presentan los transportistas, lo que origina que las autoridades reguladoras se basen en supuestos y no en cifras confiables conllevando a una negociación tarifaria más que a una determinación realista del pasaje” (pág. 590).

Además, se puede citar un trabajo en él que se investiga el desarrollo de un método para estudiar la estructura del tránsito en relación con los autobuses urbanos sin usar datos de costos. Para hacerlo, el autor estima la función de costo marginal bajo el supuesto de que las empresas compiten en frecuencia y ajustan la frecuencia para maximizar las ganancias. Dicha metodología se aplica a Santiago de Chile. En este caso, la demanda se modela con un modelo simplificado de asignación de red de tránsito. El objetivo es considerar cómo la frecuencia, la capacidad y los pasajeros a bordo afectan la demanda de la línea de autobús. La función de costo marginal se estima utilizando las condiciones de primer orden del problema de maximización de utilidades de la empresa, usando los resultados del modelo de demanda como datos.

Un último trabajo que se menciona es sobre el mantenimiento de las flotas de transporte de pasajeros donde la tendencia actual en el mantenimiento se orienta a reducir al mínimo el mantenimiento correctivo, optimizar el sistemático y potenciar el predictivo. Dentro de los objetivos de las cooperativas de transporte esta: la seguridad, comodidad, calidad y el cumplimiento del servicio; para lo cual es necesario “un plan de mantenimiento que posibilite el cumplimiento de estos objetivos, garantizando la disponibilidad de los autobuses, disminuyendo daños imprevistos, aumentando la fiabilidad, permitiendo la optimización de los recursos en definitiva reduciendo los costes y contribuyendo a la eficiencia global de la empresa, sin descuidar la conservación del medio ambiente” (Ballester, 2002, pág. 3).

La necesidad de adaptarse al envejecimiento de las unidades de transporte, la compra de nuevas unidades y el desarrollo de varias calidades en los componentes y suministros hacen que el mantenimiento se convierta en un proceso de constante evolución, lo que aconseja la creación de un Plan de Mantenimiento Integral. Este plan de mantenimiento combina tres tipos de mantenimiento clásicos, como son: mantenimiento correctivo, sistemático y predictivo; en el cual es necesario la utilización de herramientas informáticas para la gestión del mantenimiento asistido por computador (GMAO) y la realización de la reingeniería del plan de mantenimiento. La reingeniería consiste en replantear los procesos de mantenimiento de acuerdo con las condiciones reales de operación y a los años de vida de los vehículos, para lo cual se utiliza herramientas informáticas, estadísticas y otras filosofías de mantenimiento como son: Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el Mantenimiento Basado en la Fiabilidad.



distancia recorrida por vuelta actualizada. A continuación, se presenta la Tabla 2.2 con valores obtenidos de otras fuentes los cuales se tienen que validar. La importancia de obtener datos actualizados sobre los recorridos es que los resultados tanto de la captación de pasajeros, como de la estimación de los costos operativos por kilómetro recorrido tendrán menor margen de error, lo cual permite establecer valores más cercanos a la realidad.

En la cuarta etapa corresponde a la estimación la demanda del transporte público urbano en la ciudad de Ibarra, donde se toma en consideración la aplicación del estudio técnico de Ascenso y descenso. El cual presenta una técnica confiable para recolección de información principalmente sobre la cantidad de pasajeros que ingresa y descienden de los autobuses del transporte público urbano en horas y en zonas específicas de una ruta. Este estudio entrega información muy completa si se toma en cuenta los tipos de tarifa y tiempos de recorrido por vuelta. El estudio consiste en obtener el número de pasajeros que ingresa y sale de las unidades de transporte urbano a lo largo de las rutas analizadas conforme a una muestra previamente establecida. En base a este estudio se obtiene la totalidad de ingresos con el porcentaje de la tarifa completa y la tarifa preferencial, lo cual servirá para calcular la captación de pasajeros equivalente.

Tomando en consideración que las diferentes rutas poseen características particulares de operación como son: la cantidad del parque automotor asignado a la ruta, zona de la ciudad en que opera e infraestructura vial; se recomienda utilizar como unidad de muestra a la frecuencia; entendiéndose por frecuencia el viaje que realiza la unidad de transporte desde el inicio hasta el final de la ruta, siendo el mismo punto. La frecuencia garantiza una mayor aleatoriedad en la selección de la muestra, maximiza la eficiencia en la recolección de datos al aprovechar los tiempos de espera entre frecuencias de una misma unidad de transporte. El tamaño de la muestra (n) para el número de frecuencias asignados a cada ruta se define en (2)

$$n = \frac{N \cdot C^2}{C^2 + \left[ N \left( \frac{d}{z} \right)^2 \right]} \quad (Ec. 2)$$

Donde:

N: Es el número total de frecuencias en el día

C: Es el coeficiente de variación en el día.

d: Precisión expresada como una función de la media

z: Estadístico normal para el nivel de confianza

El formato de ascenso y descenso para el levantamiento de información en campo se presenta en la Fig. 3

Universidad Técnica del Norte		Sistema de Transporte Urbano							
Estudio de Ascenso – Descenso		Ibarra - Ecuador							
Cooperativa									
Ruta:									
Fecha:		Equipo responsable:	Hora de salida:						
No. de vuelta:		Puerta:	Hora de llegada:						
Cod	Ubicación Zonal del ascenso y descenso	Sentido	Ascenso				Total	Descenso	Total
			Tarifa C.	Estudiante	Niños y adolesc.	3era. edad			

Figura 3 Formato para el levantamiento de datos – Estudio de ascenso y descenso

En la selección del personal para el levantamiento de datos es recomendable contar con personas que conozca la parte urbana de la ciudad para que no tenga problemas en ubicar las distintas zonas o sectores puestos a consideración en la capacitación; caso contrario se debe compartir al personal seleccionado los planos del sistema de zonas y rutas para que tengan una mejor ubicación al momento de realizar el levantamiento de datos.

El levantamiento de datos consiste en abordar la unidad de transporte con personal previamente capacitado, el cual tiene la función exclusiva de asentar en un formato todos los ascensos y descensos que se lleven a cabo en cada parada o sector perteneciente a la ruta.

El procesamiento de la información recabada consiste en sintetizar los datos en una tabla de resumen. Para ello es preciso mencionar que el valor de la muestra obtenida en campo con un nivel de confianza del 99% o mayor es considerable. Por tal razón la captación de pasajeros por unidad de frecuencia marca una línea de tendencia respecto al tiempo de servicio del transporte; permitiendo integrar o agrupar todos valores de la captación de pasajeros en una sola tabla u formato, para lo cual se promedia los valores obtenidos en cada sector de la zonificación.

RUTA 8		PUGACHO - ALPACHACA (Lunes - Viernes)								Distancia recorrida (Km)		19,0395 UELTA		34	
		Ascensos				Descensos									
		Puerta Delantera		Puerta Tracera		Puerta Delantera		Puerta Tracera							
Cod	Ubicación Zonal	Tarifa Completa	Estudiante	Niños-Adolescentes	3era Edad Discapacitados	Tarifa Completa	Estudiante	Niños-Adolescentes	3era Edad Discapacitados	Total	Puerta Delantera	Puerta Tracera	Total	A Bordo	
29U	PUGACHO-COLINAS	IDA	7,15	2,62	1,03	0,91	0,03	0,00	0,03	0,00	11,76	0,21	0,00	0,21	11,56
19U	IGL JESUS DEL GRAN	IDA	3,65	0,82	0,41	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	5,26	0,35	0,50	0,85	15,97
18U	R. DE LA MADRE-CEN	IDA	2,88	0,35	0,29	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	3,56	0,29	0,38	0,68	18,85
99U	COL IBARRA-L MALL	IDA	0,56	0,47	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	1,12	1,32	0,59	1,91	18,06
37H	C. C. BAHIA-M AMAZI	IDA	2,85	0,44	0,29	0,85	0,03	0,00	0,00	0,00	4,47	3,06	6,38	9,44	13,09
34H	COL SANCHEZ-BASILU	IDA	2,91	1,41	1,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	5,47	1,97	2,50	4,47	14,09
38H	MATRIZ EMELNORTE	IDA	0,94	0,50	0,09	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59	0,79	0,62	1,41	14,26
35H	M. STO DOMINGO	IDA	1,06	0,21	0,09	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,47	0,44	0,35	0,79	14,94
29U	C DE LA LINE-ESTAD	IDA	1,09	0,24	0,26	0,12	0,00	0,00	0,00	0,03	1,74	0,62	0,29	0,91	15,76
27U	M. MAYORISTA	IDA	1,50	0,32	0,18	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	2,24	1,74	0,97	2,71	15,29
25U	ALPACHACA-STA TER	IDA	6,32	1,03	1,06	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	9,21	9,21	6,71	15,91	8,59
27U	M. MAYORISTA	RETORNO	7,00	0,76	0,85	0,56	0,21	0,00	0,03	0,00	9,41	1,38	1,09	2,47	15,53
29U	ESTADIO-POLICIA-EST	RETORNO	1,76	0,35	0,12	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	0,82	0,65	1,47	16,50
35H	ESC. M. S. HIDROBO	RETORNO	0,88	0,26	0,06	0,18	0,03	0,00	0,00	0,03	1,44	1,00	1,29	2,29	15,85
34H	MALDONADO-CRISTO	RETORNO	1,24	0,94	0,15	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	2,41	2,76	2,47	5,24	12,82
38H	COL LA SALLE-KIMON	RETORNO	2,94	1,26	0,21	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	4,59	1,38	2,35	3,74	13,68
37U	M. AMAZONAS.	RETORNO	2,85	0,41	0,21	0,74	0,15	0,00	0,00	0,00	4,35	0,41	1,94	2,35	15,68
42U	EST DEL FERROCARRI	RETORNO	4,32	1,00	0,56	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	6,62	0,41	0,59	1,00	21,29
42U	TERMINAL	RETORNO	2,26	0,82	0,26	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	3,44	0,76	1,56	2,32	22,41
31U	PILANQUI.	RETORNO	0,44	0,24	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	1,38	1,38	2,76	20,41
18U	P. CENTRICA-EQU.	RETORNO	0,32	0,03	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	1,29	1,53	2,82	18,03
19U	ESC.BETLEMITAS-IGL	RETORNO	0,53	0,12	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	1,29	1,71	3,00	15,76
29U	PUGACHO-COLINAS.	RETORNO	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	8,29	7,65	15,94	0,00
TOTAL			55,62	14,65	7,35	6,44	0,50	0,03	0,06	0,06	84,71	41,21	43,50	84,71	
%		Medio Pasaje		33,75											
Captación Equivalente L-V por Vuelta:		70,41													
Captación Equivalente L-V por Km		3,70													

Figura 4 Formato resumen de ascenso y descenso.

Se denomina captación equivalente de usuarios ya que para fines de esta investigación este valor está en función de la tarifa completa que no presentan descuento, representando este valor la totalidad de usuarios. debido a esto, la captación equivalente de usuarios por vuelta queda definida en (3)

$$CapEU = X \times \left( \frac{CapU}{2} \right) + Y \times (CapU) \quad (Ec. 3)$$

Donde:

CapEU; Captación equivalente de usuarios por vuelta

CapU: Captación total de usuarios por vuelta

X: % de usuarios que pagan media tarifa

Y: % de usuarios que paga pasaje completo

Para determinar la captación equivalente ponderada de usuarios por vuelta se presenta la siguiente ecuación:

$$\text{CapEPU} = \frac{\text{CapEU}_{l-v} \times f_{l-v} \times 261 + \text{CapEU}_s \times f_s \times 52 + \text{CapEU}_d \times f_d \times 52}{f_{l-v} \times 261 + f_s \times 52 + f_d \times 52} \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

CapEU<sub>l-v</sub>: Captación equivalente de usuarios por vuelta (L - V)  
 CapEU<sub>s</sub>: Captación equivalente de usuarios por vuelta (S y feriado)  
 CapEU<sub>d</sub>: Captación equivalente de usuarios por vuelta (D)  
 f<sub>l-v</sub>: Total de frecuencias por día (lunes a viernes)  
 f<sub>s</sub>: Total de frecuencias por día (sábados y feriados)  
 f<sub>d</sub>: Total de frecuencias por día (domingos)

La captación equivalente de usuarios por kilómetro (CapEPU<sub>k</sub>) recorrido se define como la relación existente entre la captación equivalente ponderada de usuarios y los kilómetros recorridos por vuelta de la ruta analizada; representándose en (5)

$$\text{CapEPU}_k = \frac{\text{CapEPU}}{\text{KRv}} \quad (\text{Ec.5})$$

Donde:

CapEPU<sub>k</sub>: Captación equivalente ponderada de usuarios por kilómetro recorrido  
 CapEPU: Captación equivalente ponderada de usuarios por vuelta  
 KRv: Kilómetros recorridos por vuelta

La captación equivalente ponderada de usuarios mensual a nivel de ruta (CapEPUM) queda definida en (6)

$$\text{CapEPUM} = \text{CapEPU} \times \frac{261 \times f_{l-v} + 52 \times f_s + 52 \times f_d}{12} \quad (\text{Ec.6})$$

Donde:

CapEPU: Captación equivalente ponderada de usuarios por vuelta  
 f<sub>(l-v)</sub>: Número de frecuencias de lunes a viernes  
 f<sub>s</sub>: Número de frecuencias sábados  
 f<sub>d</sub>: Número de frecuencias de

Finalmente, la captación equivalente ponderada de usuarios mensual por unidad de transporte (CapEPUMu) queda definida en (7)

$$\text{CapEPUMu} = \frac{\text{CapEPUMe}}{\text{FVO}} \quad (\text{Ec.7})$$

Donde:

CapEPUMe: Captación equivalente ponderada de Usuarios transportados mensualmente por la empresa; lo que es igual a la sumatoria de todas las captaciones equivalentes ponderadas de usuarios por mes de las distintas rutas de la cooperativa  
 FVO: Flota vehicular en operación de la cooperativa.

En la quinta etapa se realiza una estimación de los costos operacionales que son todos los rubros que se efectúan para mantener en actividad la prestación del servicio de transporte público urbano en un cierto periodo, los cuales se dividen en costos fijos y costos variables. El costo operacional (CostO) se define como la sumatoria de todos los costos fijos y costos variables que se producen para prestar el servicio y se expresa en (8)

$$\text{CostO} = \text{CostF} + \text{CostV} \quad (\text{Ec.8})$$

Donde:

CostF: Costos fijos  
 CostV: Costos variables

Esta metodología establece estimar los costos operativos mediante un levantamiento de datos in situ, utilizando como

herramienta o técnica a la encuesta. Para lo cual se considera aplicar dicha encuesta a una muestra probabilística de la población total de transportistas de la cooperativa estudiada. Esta muestra permite estimar una media ponderada del costo operativo de la cooperativa. La ecuación para determinar el tamaño de la muestra (n) que permita estimar una media de los costos operativos por unidad de transporte en la cooperativa se presenta en (9)

$$n = \frac{N \times Z^2 \times S^2}{E^2 (N-1) + (Z^2 \times S^2)} \quad (\text{Ec.9})$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra  
 Z: Nivel de confianza del 95 % = 1.96  
 S: Desviación estándar  
 E: Error de muestreo aceptable = 20\$  
 N: Tamaño poblacional

La desviación estándar (S) es una medida que indica como los valores individuales difieren de la media, este valor se puede obtener de un estudio previo. En la ecuación (9) se presenta la expresión para determinar la desviación estándar muestral

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{Ec.9})$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra, cuyos datos se pueden conseguir de un estudio previo  
 $\bar{x}$ : Media aritmética de la muestra  
 i: Periodo i

Los datos que se deben recabar en la encuesta son los siguientes:

- Datos generales del vehículo (modelo, año de fabricación)
- Salario del conductor y/o ayudante
- Costos de parqueadero
- Distancia muerta o vacía (desde la zona donde se guarda el autobús hasta el inicio de la ruta y viceversa)
- Rendimiento del combustible
- Intervalos de mantenimiento del autobús, cantidad requerida de insumos, y costos por cambio o mantenimiento.

Los rubros por concepto de costos fijos (CostF) en el transporte urbano se consideran los siguientes: el salario de los operadores, la legalización (matricula), la depreciación y los gastos administrativos y parqueadero, representándose en (10)

$$\text{CostF} = \text{RemO} + \text{Leg} + \text{Du} + \text{GA} + \text{Parq} \quad (\text{Ec.10})$$

Donde:

RemO: Costo mensual en remuneración de operadores por unidad de transporte  
 Leg: Costos en la legalización mensual por unidad de transporte  
 Du: Depreciación mensual por unidad de transporte  
 GA: Gasto administrativo mensual por unidad de transporte  
 Parq: Gastos referentes a parqueadero mensual por unidad de transporte

Los costos variables se definen como la sumatoria de aquellos rubros que se generan de manera obligatoria y de forma dependientemente del kilometraje recorrido por la unidad de transporte para la prestación del servicio expresando en (11)

$$\text{CostV} = \text{CostCom} + \text{CostMant} \quad (\text{Ec.11})$$

Donde:

CostCom: Costo en Combustible mensual

CostMant: Costo en Mantenimiento del autobús mensual

En la última etapa se realiza una evaluación financiera con el fin de identificar cuáles son los beneficios y costos en la cooperativa de transporte público urbano, mediante la aplicación de ecuaciones que permitan valorar los indicadores financieros los cuales a su vez determinan la rentabilidad que tiene el transporte público urbano en dicha cooperativa

El servicio de transporte urbano en la ciudad de Ibarra tiene una particularidad en sus características operativas, y es que al tener rutas fijas con frecuencias establecidas el nivel de actividad del servicio va a hacer constante, por tal razón los costos operativos también. Debido a esto, la captación equivalente de pasajeros en punto de equilibrio (Qe) se define como la relación existente entre los costos operativos y la tarifa vigente del pasaje urbano, como se presenta en (12)

$$Qe = \frac{CostO}{Tar} \quad (Ec.12)$$

Donde:

CostO: Costos operativos

Tar: Tarifa vigente del pasaje urbano en la ciudad de Ibarra

La tarifa del pasaje en punto de equilibrio (TarEqui) se refiere al valor mínimo que debe cobrarse por el servicio de transporte público urbano para cubrir los costos operativos del mismo definiéndose en (13) para las mismas unidades de tiempo o km recorridos

$$TarEqui = \frac{CostF+CostV}{CapEPUu} \quad (Ec.13)$$

Donde:

CostF: Costos Fijos

CostV: Costos Variables

CapEPUu: Captación equivalente ponderada de usuarios por unidad de transporte

El cálculo del estado de pérdidas y ganancias da como resultado la utilidad neta; en el cual, del total de ingresos brutos recibidos en un periodo determinado, se restan los costos operativos, la participación de utilidades y los impuestos a la renta. La participación de utilidades para los trabajadores está establecida por la ley en 15% de la utilidad bruta; mientras que el impuesto a la renta se establece de acuerdo con el valor de los ingresos grabados como se muestra en la Tabla I

TABLA I. IMPUESTO A LA RENTA

Año 2018 -En dólares			
Fracción básica	Exceso hasta	Impuesto fracción básica	% Impuesto fracción excedente
0	11 270	0	0%
11 270	14 360	0	5%
14 360	17 950	155	10%
17 950	21 550	514	12%
21 550	43 100	946	15%
43 100	64 630	4 178	20%
64 630	86 180	8 484	25%
86 180	114 890	13 872	30%
114 890	En adelante	22 485	35%

El flujo de efectivo informa cual es el movimiento o la variación de dinero que se genera en una actividad económica, en este caso particular en el transporte urbano. Cuando el flujo de efectivo es positivo indica un buen funcionamiento de la actividad económica, lo que es importante debido a que el dueño transportista tiene la capacidad de cubrir sus operaciones y afrontar cualquier imprevisto sea mecánico o de cualquier otra índole sin tener la necesidad de acudir a préstamos. La Tabla II indica una plantilla para calcular el flujo de efectivo de una nueva inversión o reinversión en el transporte urbano.

TABLA II. FLUJO DE EFECTIVO

Flujo de operación	Año 0	Año 1	Año 2	....	Año 19	Año 20
(+) Utilidad neta						
(-) Depreciación						
<b>Flujo de inversión y amortización</b>						
(-) inversión inicial						
(+) Préstamo						
(-) Amortización						
(+) Valor de rescate						
<b>Flujo Neto</b>						

El valor Actual neto representa el total de recursos líquidos que quedan a favor de la empresa al final del proyecto; por tal razón se establece ciertos criterios de decisión financieros tomando en cuenta este valor. Si el VAN es mayor a cero se considera un proyecto rentable, cuando es igual a cero es un proyecto indiferente, y si es menor a cero el proyecto no es rentable. A continuación, se presenta la ecuación (14) para calcular el valor actual neto (VAN) para 20 años de vida.

$$VAN = \sum_{n=0}^{20} \frac{FN_n}{(1+i)^n} \quad (Ec.14)$$

Donde:

FN: Flujo neto

n: Periodo n

i: Tasa de descuento

Para determinar una tasa de descuento (i) que se ajuste a la realidad socioeconómica de la ciudad de Ibarra se propone estimar una media ponderada de este valor de acuerdo con la estratificación del nivel socioeconómico de la urbe como se presenta en la Tabla III en donde se presenta los distintos niveles socioeconómicos y el valor de la tasa de descuento propuesta para cada estrato, donde el valor para el nivel socioeconómico D de estatus bajo es igual a la tasa de descuento mínima más el diferencial por riesgo considerándose el valor del 13% establecido en la Resolución No. 100-DIR-2014-ANT

TABLA III. TASA DE DESCUENTO (i)

Nivel socioeconómico	Tasa de descuento (i)
A	28,00
B	23,00
C	18,00
D	13,00

La tasa interna de retorno es un indicador financiero para evaluar proyectos, cuyo valor expresa el porcentaje de ganancia o pérdida en relación con la inversión del proyecto. Para calcular la tasa interna de retorno se utiliza la misma fórmula del VAN, pero con la diferencia que este valor se iguala a cero, donde la TIR es equivalente a la tasa de descuento producida por un proyecto de inversión. A continuación, se expresa la TIR en (15)



TABLA V. CAPTACIÓN EQUIVALENTE PONDERADA DE USUARIOS POR RUTA

No.	Nombre de la ruta	Captación equivalente ponderada por mes	Captación equivalente ponderada por km	% ponderado de usuarios que paga media tarifa
1	Aduana – Caranqui	289 491,33	3,24	24,07
2	Arcángel - San Cristóbal	61 543,67	2,04	36,41
3	Azaya - La Campiña	362 089,33	4,66	35,19
4	Católica – Alpachaca	237 743,63	4,86	25,01
5	Chorlavi - La Victoria	213 433,02	2,64	25,68
6	Las Palmas - Guayaquil	269 187,78	4,60	32,48
7	Milagro - Yahuarcocha	260 839,85	3,38	23,30
8	Pugacho - Alpachaca	151 713,39	3,42	33,37
9	Santa Rosa - Santa Tercecita	155 431,04	3,91	33,64
10	Tanguarín	274 763,55	3,39	30,63
11	Naranjito	9 712,56	3,33	48,67
12	Bellavista - Mercado Amazonas	5 298,35	1,65	36,72
13	Aloburo	3 985,92	3,46	36,83
14	Huertos Familiares - Óvalos	452 317,98	2,68	24,36

Es así como, ponderando estos valores se obtiene que la captación equivalente pondera de usuarios mensual es de 17 172 personas por unidad de transporte, también se estableció el porcentaje ponderado de usuarios que paga media tarifa siendo del 28,66 % a nivel de cooperativa. Otro valor importante obtenido es el ingreso bruto por unidad de transporte estimado en 5 151 \$ mensuales.

Los resultados obtenidos en la cooperativa de transporte público urbano "28 de Septiembre" referentes a los costos operativos de las unidades de transporte como de la cooperativa se detalla en la Tabla 3.8, donde se muestra que los costos fijos para las distintas marcas se estable en 0,24 \$ por kilómetro recorrido y en 1 363,81 \$ mensuales, mientras que los costos variables tanto en combustible como en mantenimiento de la marca Chevrolet tiene los valores más altos con 0,26 \$ por kilómetro recorrido y con 1 493,99 \$ mensuales, lo opuesto a la marca Hino que tiene los valores más bajos de 0.24 \$ por kilómetro recorrido y 1 361,19 \$ mensuales. Finalmente se estableció el costo operativo ponderado para cada unidad de transporte de 0.50 \$ por kilómetro recorrido y de 2 833,51 \$ mensuales para los fines consiguientes.

TABLA VI. COSTOS OPERATIVOS - COOPERATIVA

Marca	% de la flota	Tipo de Costo	Costo (\$) por Kilómetro	Costo (\$) Mensual
Chevrolet	77,71	Fijos (RemO+Leg+Du+GA+Parq)	0,24	1 363,81
		Variables (CostCom+CostAMant)	0,11+ 0,15	635,98+858,01
Hino	14,65	Fijos (RemO+Leg+Du+GA+Parq)	0,24	1 363,81
		Variables (CostCom+CostAMant)	0,11 + 0,13	637,14+724,05
Mercedes Benz	4,46	Fijos (RemO+Leg+Du+GA+Parq)	0,24	1 363,81
		Variables (CostCom+CostAMant)	0,11 + 0,13	635,27+770,64
Volkswagen	3,18	Fijos (RemO+Leg+Du+GA+Parq)	0,24	1 363,81
		Variables (CostCom+CostAMant)	0,11 + 0,14	666,08+799,48
A nivel de empresa			0,50	453 361,98
Costo ponderado a nivel de unidad de transporte			0,50	2 833,51

El valor ponderado mensual y anual correspondientes a costos, sean fijos o variables se estiman en la Tabla VII

TABLA VII. COSTO OPERATIVO PONDERADO

Costos	Rubros	Mensual	Anual
Fijos	Mano de obra	805,33	9 664,04
	Legalización	13,53	162,36
	Depreciación	411,92	4 943,10
	Gastos administrativos	126,74	1 520,83
	Parqueadero	6,29	75,48
Variables	Combustible	637,03	7 644,43
	Mantenimiento	832,62	9 991,49
Operativos	Total	2 833,46	34 001,73

La cantidad equivalente de pasajeros en punto equilibrio tiene la finalidad de determinar la cantidad de usuarios que se necesitan para obtener los ingresos mínimos necesarios que puedan cubrir al menos los costos operativos del servicio de transporte urbano en la cooperativa 28 de septiembre. Teniendo como resultado la cantidad equivalente de pasajeros en equilibrio de 9 445 usuarios por unidad de transporte.

La tarifa del pasaje en punto de equilibrio para la cooperativa 28 de Septiembre, tiene el fin de determinar el valor mínimo que debe cobrarse por el servicio de transporte público urbano en la ciudad de Ibarra para poder cubrir al menos los costos operativos del mismo estimándose en 0,17 \$

En la Tabla VIII se presenta el resultado del estado de pérdidas y ganancias para el caso 1 (actual) de la cooperativa 28 de Septiembre con un tiempo de vida del proyecto de 5 años, en el cual se especifica los ingresos y costos anuales, la utilidad de los trabajadores, el impuesto a la renta y la utilidad neta actual y a futuro. Considerándose los siguientes datos: tasa de crecimiento poblacional media de los últimos 15 años de 1,4; inflación media de los últimos 11 años es de 3,64 y la tasa de proyección sueldo de trabajadores es de 2.95

TABLA VIII. ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS CASO 1 (ACTUAL)

Periodo	(+) Ingreso anual	(-) Costos fijos	(-) Costos variables	(-) Utilidades trabajadores 15%	(-) Impuesto a la renta	Utilidad neta
1	61 819,91	16 365,81	17 651,50	4 170,39	1 883,89	21 748,32
2	62 685,39	15 726,29	18 294,01	4 299,76	2 013,26	22 352,06
3	63 562,98	15 097,52	18 959,91	4 425,83	2 139,33	22 940,39
4	64 452,86	14 479,82	19 650,05	4 548,45	2 261,95	23 512,60
5	65 355,20	13 873,53	20 365,31	4 667,45	2 380,95	24 067,95

A continuación, en la Tabla IX se presentan los resultados obtenidos del flujo de efectivo para el caso uno, que trata de la situación actual de la cooperativa donde se toma de referencia a un vehículo de edad promedio, donde la inversión inicial es de 112 779,31 \$ de los cuales 22 779,31 \$ son referentes al valor del vehículo cuya amortización anual para los años restantes de vida del proyecto es de 5 609,25 \$. Donde el valor residual del paquete accionario para el presente caso tiene una plusvalía, el cual se calculó con la tasa de inflación anual y el valor de recate del vehículo se estimó en 7 950 \$.

## V. CONCLUSIONES

TABLA IX. ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS  
CASO 1 (ACTUAL)

Periodo (años)	Flujo de operación		Flujo de inversión				Flujo Neto
	(+) Utilidad neta	(+) Depreciación	(-) Inversión inicial	(+) Préstamo	(-) Amortización	(+) Valor de rescate	
0			112 779,31	22 779,31			-90 000,00
1	21 748,32	4 943,10			5 609,25		21 082,17
2	22 352,06	3 954,48			5 609,25		20 697,29
3	22 940,39	2 965,86			5 609,25		20 297,00
4	23 512,60	1 977,24			5 609,25		19 880,59
5	24 067,95	988,62			5 609,25	115 566,67	135 013,99

En la Tabla X se presentan los resultados obtenidos del valor actual neto para los tres distintos casos de inversión. Donde el primer caso analizado es la situación actual de la cooperativa, tomando como referencia a un vehículo promedio de 15 años el cual se considera como no rentable para la tarifa básica y rentable para la tarifa actual de 0,30 \$ y para la tarifa propuesta 0,26 \$. El segundo caso analiza la situación de una nueva inversión o reinversión con un vehículo del año 2010, el cual se considera como no rentable para la tarifa básica y rentable para la tarifa actual de 0,30 \$ y para la tarifa propuesta 0,29 \$. El tercer caso analiza la situación de una nueva inversión o reinversión con un vehículo nuevo, teniendo un valor actual neto negativo para la tarifa básica y tarifa actual y siendo rentable para la tarifa propuesta de 0,33 \$.

TABLA X. VAN – COOPERATIVA 28 DE SEPTIEMBRE

VAN	Tarifa	Caso 1	Caso 2	Caso 3
	Base (0,25 \$)	-1 949,46	-29 037,11	-62 631,54
	Actual (0,30 \$)	20 621,21	5 937,87	-23 868,35
	Propuesta	2 564,65 (tarifa 0,26 \$)	1 057,19 (tarifa 0,29 \$)	1 479,05 (tarifa 0,33 \$)

En la Tabla XI se presentan los resultados obtenidos de la tasa interna de retorno para los tres distintos casos de inversión. Donde el primer caso analiza la situación actual de la cooperativa, tomando como referencia a un vehículo promedio de 15 años el cual se considera una rentabilidad para la tarifa básica del 18 %, para la tarifa actual 26 % y para la tarifa propuesta del 19 %. El segundo caso analiza la situación de una nueva inversión o reinversión con un vehículo del año 2010, el cual obtuvo una rentabilidad para la tarifa básica del 13 %, para la tarifa actual del 20 % y para la tarifa propuesta del 19 %. El tercer caso analiza la situación de una nueva inversión o reinversión con un vehículo nuevo, teniendo una tasa interna de retorno para la tarifa básica del 6 %, para la tarifa actual del 14 % y para la tarifa propuesta del 19 %.

TABLA XI. TIR – COOPERATIVA 28 DE SEPTIEMBRE

TIR (%)	Tarifa	Caso 1	Caso 2	Caso 3
	Base (0,25 \$)	18	13	6
	Actual (0,30 \$)	26	20	14
	Propuesta	19 (tarifa 0,26 \$)	19 (tarifa 0,29 \$)	19 (tarifa 0,33 \$)

En el futuro se recomienda desarrollar varios estudios, el primero enfocado en estimar la disminución de combustible que se lograría tener en una ciudad, utilizando autobuses de menor cilindrada. Otro tema de estudio planteado sería evaluar la eficiencia del consumo de combustible de los autobuses respecto a la tasa de ocupación de pasajeros.

En la realización de la metodología para estimar la tarifa del pasaje se consideró práctico introducir el estudio de ascensos y descensos de la metodología internacional para estimar la captación equivalente ponderada de pasajeros, demostrando fiabilidad en los resultados. También se consideró el método: sumaria de dígitos para estimar la depreciación de los autobuses, debido a las características de las flotas de autobuses de la ciudad de Ibarra los cuales tienen una depreciación mayor en los primeros años de vida.

Se estableció una metodología para definir la tasa de rentabilidad en el transporte público urbano de acuerdo con la realidad socio económica que presenta la ciudad. Estableciéndose una rentabilidad mínima de 13 % y una máxima de 28 % de acuerdo con el nivel socioeconómico que presente la población en el área urbana.

El estudio técnico realizado estimó que la cooperativa 28 de Septiembre tiene una captación equivalente ponderada mensual de 17 172 personas por unidad de transporte y que tiene un costo operativo mensual promedio de 2 833,46 \$ por unidad de transporte. Además, se determinó el porcentaje ponderado de usuarios que paga media tarifa a nivel de cooperativa estimándose en 28,66 %. También se concluyó que en los kilómetros recorridos mensuales de cada unidad de transporte el 13 % corresponde al recorrido del autobús desde el lugar donde se guarda el vehículo hasta el inicio de la ruta y viceversa representando un costo de 191 \$ mensuales correspondientes a combustible y mantenimiento.

Se determinó que las rutas con mayor captación equivalente ponderada de pasajeros mensual son: Azaya - La Campiña con 362 089 usuarios y Huertos Familiares – Óvalos con 452 317 usuarios. Sin embargo, al relacionar la captación de pasajeros por km recorrido las rutas con mayor captación de pasajeros son: Católica - Alpachaca con 4.86 y Azaya - La Campiña con 4.66 pasajeros por km recorrido.

Finalmente, de acuerdo con la realidad socio económica que presenta el área urbana de las ciudades en el Ecuador se consideró que el transporte urbano tiene que generar una rentabilidad cercana al 19 %. Por lo cual se propone una tarifa aproximada de 0.26 \$ para la situación actual con una flota promedio de 15 años de vida, mientras que para una supuesta renovación de la flota con una vida promedio de 8 años se estima una tarifa de 0.29 \$ y para el tercer caso en el que se considera una renovación de la flota a un vehículo nuevo la tarifa propuesta se estima en 0.33\$

## VI. REFERENCIAS

- [1] Agencia Nacional de Tránsito. (2014). Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. Quito.
- [2] Álvarez, J. C., & Calle, D. F. (2014). Determinación del costo operativo para el transporte de pasajeros en el bus-tipo, en el sector urbano de la ciudad de Cuenca, con base en el nuevo sistema integrado de transporte. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7127/1/UPS-CT003934.pdf>
- [3] Analistas Económicos Andalucía. (2005). El Transporte, Importancia Económica.
- [4] Astudillo, M. (2012). Fundamento de Economía. Obtenido de <http://ru.iiec.unam.mx/2462/1/FundamentosDeEconomiaSecuenciaCorrecta.pdf>
- [5] Ballester, S. (2002). El mantenimiento de las flotas de transporte . Valencia.
- [6] Batarce, M. (2016). Estimation of urban bus transit marginal cost without cost data. *Transportation Research Part B* 90, 240. Obtenido de Estimación del costo marginal del transporte urbano en autobús sin datos de costo
- [7] Cal, R., & Mayor. (2007). Ingeniería de Tránsito. México D.F.
- [8] Cantillo, V. (1999). Modelo para el cálculo de la tarifa en equipos de transporte. Cauca.
- [9] Correa, R. V. (2012). Reglamento a la ley de transporte terrestre. Quito.
- [10] Erazo, D., & Matínez, N. (2012). Programa de mantenimiento para flotas de unidades de transporte cóndores del valle y diseño de la planta de su taller automotriz. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4634/1/CD-4266.pdf>
- [11] Garber, N. J. (2005). Ingeniería de tránsito y carreteras. Bogotá: Thomson Learning.
- [12] Islas, V., & Rivera, C. (2002). Estudio de la demanda de transporte. Obtenido de <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt213.pdf>
- [13] Molinero, A. (2005). Transporte Público: Planeación, diseño, operación y administración. Toluca.
- [14] Resolución No. 122 - DIR - ANT, Metodología para la fijación de tarifas de transporte terrestre intracantonal o urbano (27 de Agosto de 2014).
- [15] Ruiz, V., & Villacreses, H. (2014). Análisis de los costos operativos entre el sistema de transporte público urbano y el tranvía de la ciudad de Cuenca. Obtenido de [dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7762/1/UPS-CT004617.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7762/1/UPS-CT004617.pdf)

## VII. BIOGRAFÍA

**1 Jorge Gualsaqui.** Nació en Otavalo El 1992. Estudios: Primaria Escuela Libertador Simón Bolívar, Secundaria Instituto Tecnológico Superior “Otavalo”. En la actualidad es estudiante de la Universidad Técnica del Norte y sus trabajos de investigación están relacionados al desarrollo de estudios, que mejoren la calidad de vida en un contexto social.