

Metodología para estudio de demanda de transporte público de pasajeros en zonas rurales

Methodology for the study of the demand of public transportation in rural areas

*John Jairo Posada Henao**, *Carlos Alberto González Calderón*

Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas, Calle 65 N.º. 78-28. Bloque M1. Oficina 113, Medellín, Colombia

Escuela Ambiental, Programa de Ingeniería Civil, Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería, Calle 67 N.º. 53-108. Bloque 20. Oficina 439, Medellín, Colombia

(Recibido el 13 de enero de 2009. Aceptado el 15 de febrero de 2010)

Resumen

En el artículo se presenta una metodología de estudio para identificar la demanda de transporte público de pasajeros en rutas de transporte rurales (veredales) y los resultados obtenidos de su aplicación en un Municipio de Colombia. Esta metodología se resume en el análisis del Plan de Ordenamiento Territorial y estudios anteriores de movilidad y transporte, realización de estudios de tránsito (campo y oficina) como rotación de demanda, ascenso y descenso de pasajeros, tiempos de recorrido y demoras, estado de carreteras y vehículos de transporte; adicionalmente se debe realizar revisión de la canasta de costos del transporte. Como soporte para las recomendaciones y decisiones se analizan indicadores de servicio, opciones de rutas y se plantean alternativas con establecimiento de tipo de vehículo, frecuencias y sistema tarifario. Algunos resultados relevantes del caso estudiado son el déficit en las frecuencias de servicio del transporte formal haciendo que los usuarios usen el informal, siendo esta demanda insatisfecha aproximadamente el 15% de la demanda total. Existe la necesidad de cambiar algunos vehículos (por capacidad) utilizados para la prestación del servicio. Se presentan recomendaciones para el mejoramiento y optimización del servicio de transporte rural en el municipio objeto de estudio.

----- *Palabras clave:* Demanda insatisfecha, transporte rural, tarifas de transporte

* Autor de correspondencia: teléfono: + 57 + 4 + 425 51 83, fax: + 57 + 4 + 425 51 52, correo electrónico: jjposada@unal.edu.co (J. Posada).

Abstract

This paper presents a methodology to identify the demand for public passenger transportation in rural areas and the results of its application in a Municipality of Colombia. This methodology is summarized in the analysis of the Land Management Plan and studies of mobility and transportation, realization of traffic studies such as demand rotation, rising and falling passenger, journey times and delays, state of roads and vehicles. Furthermore, the transportation costs should be reviewed. In order to support the recommendations and decisions, service indicators and routing options are analyzed, and alternatives to establish the type of vehicle, frequency and fares, are offered. Some relevant results of the case studied are the deficit in the service frequency in formal transportation what makes the users prefer informal transportation, this unsatisfied demand is approximately 15% of the total demand, there is the need to change some vehicles (by capacity) used for providing the service. At the end, the paper presents recommendations for the transportation service improvement and optimization in the rural municipality under study.

----- *Keywords:* Unsatisfied demand, rural transportation, transportation fares

Introducción

El transporte público en zonas rurales es importante para que sus habitantes se integren y participen del desarrollo general, y por los intercambios comerciales, sociales y culturales.

La planeación del transporte pretende dar óptimo uso a la infraestructura vial y medios de transporte, de tal forma que se atiendan las necesidades de movilidad de la población; en esta planeación es importante prever los cambios que puedan darse por modificaciones en los sistemas de transporte. Las características socioeconómicas de una región son valiosa información para plantear escenarios en el sistema de transporte. Estos aspectos están relacionados por lo que cambios en características de uno genera, automáticamente, cambios en el otro.

Para justificar la necesidad de una ruta de transporte es necesario determinar la demanda actual y futura del sistema, y su cubrimiento; es decir, analizar la oferta actual y la necesaria para brindar un servicio eficiente, cómodo, seguro y económico; además otros parámetros útiles como los socioeconómicos de los usuarios, para hacer un diagnóstico adecuado.

Se tratan en este artículo diferentes aspectos concernientes a estos estudios, proponiendo una metodología para el estudio de demanda de transporte público en zonas rurales; y se presentan los resultados de aplicar esta metodología a un caso real en Guarne (Antioquia).

Metodología

Trabajo de campo

Procedimiento: Antes de realizar los trabajos de campo del estudio es necesario hacer un reconocimiento en el que se observa el funcionamiento de las diferentes rutas, frecuencias de salida y llegada de vehículos, tiempos de recorrido, condiciones y capacidad de los vehículos, horarios de funcionamiento y condición de las vías.

Los estudios de campo consisten, entre otros, en toma de datos en los vehículos en movimiento de cada ruta, anotando la cantidad de pasajeros que suben y bajan en sitios de referencia (fincas, escuelas, puentes, u otro), tiempos de recorrido, demoras según causa y distancia entre estos puntos; también se realiza encuesta “Origen/Destino” a algunos usuarios preguntándoles

hacia dónde se dirigen (el origen es el lugar donde se toma el servicio). Para las distancias se utiliza el odómetro o “cuenta kilómetros” de los vehículos, registrando el kilometraje al inicio y al paso por cada punto de referencia, para luego hacer la respectiva diferencia; si los vehículos tienen malo el dispositivo se debe hacer el recorrido con otro vehículo no necesariamente de servicio público pero que tenga en buenas condiciones este instrumento. Se debe registrar la salida y llegada de vehículos en el sitio de acopio (como el Parque o Plaza de Mercado); anotando la frecuencia de salida y llegada de cada vehículo y el número de pasajeros con que llegan y salen.

Formatos: Los formatos que deben utilizarse para la toma de información en los trabajos de campo son del tipo de los que se muestran en la figura 1, que pueden y deben ser modificados según las características particulares del estudio que se realice.

Si hay usuarios no atendidos, debido a que la capacidad del vehículo esté colmada en un sitio determinado, se debe registrar la cantidad de estos usuarios y el lugar respectivo (en este caso es el origen) e indagar a las personas por el destino de su viaje. Esta información puede registrarse en formatos similares al de “Origen / Destino” o “Aforo de pasajeros” según sea conveniente.

Procesamiento de información y obtención de resultados

Estudio de demanda: Este estudio se constituye en información básica para una adecuada planificación del transporte. Predecir los flujos futuros del sistema ante diferentes situaciones es importante y requiere, en cierta medida, conocer el comportamiento humano, características de uso del suelo, economía y otros, por lo que se debe hacer análisis de información socio-demográfica, de los planes de ordenamiento territorial y de desarrollo, y de acción de la región, y toda aquella que afecte o se vea afectada por el sistema de transporte que se analice. Al planificar el transporte también se pretenden inferir los cambios en la demanda del transporte, debidas a modificaciones al sistema actual. Para determinar

la demanda actual de transporte hay varios métodos que se puedan corroborar mutuamente, algunos de estos más comúnmente usados son:

Estudio de origen y destino: se puede realizar con de encuestas, uso de boletos, y otros

Estudio de ascenso y descenso de pasajeros: se efectúa de mejor manera a bordo de los vehículos que prestan el servicio de transporte

Por lo general, y para estudios como el propuesto, la principal fuente de información es el estudio de ascenso y descenso de pasajeros, que debe realizarse en períodos de alta y baja demanda (períodos pico y no pico), tema que se trata a continuación.

Objetivos

- Conocer el número de pasajeros que suben y bajan de un vehículo de transporte público por zonas o tramos de una ruta, para un período determinado
- Determinar la rotación de la demanda, los pasajeros movilizados por viaje, las cargas de pasajeros en las zonas, y las zonas de mayor demanda por ascensos y descensos
- Hallar parámetros como velocidad comercial y de operación de la ruta, demoras, índice de pasajeros por kilómetro e ingresos de la ruta

Método: Este tipo de estudio requiere de una planificación adecuada que permita: Definir las rutas a aforar, Conocer los tiempos de recorrido de las rutas, para la programación del personal, y Definir el personal necesario y capacitarlo (se deben incluir recorridos de reconocimiento).

El personal debe tener relojes sincronizados para permitir comparaciones y chequeos; es importante la simultaneidad de cierta información. Los aforadores deben ubicarse cerca de las puertas dentro del vehículo para facilitar su labor y la confiabilidad de la información. En cada vehículo se deben ubicar tantas personas como puertas para pasajeros tenga el vehículo, así en general para los microbuses un encuestador, y para buses uno cerca de la puerta delantera y otro de la puerta trasera; al fin del recorrido se verifica que el formato esté debidamente diligenciado.

Aforo de pasajeros
Método de seguimiento

Aforador _____ Supervisor _____
 Ruta _____
 Fecha (dd/mm/aaaa) ____/____/____ Día de semana _____
 Horas (Hora Militar): Salida _____ Llegada _____
 Clase de vehículo: Bus ___ Buseta ___ Micro ___ Escalera ___ Chivero ___ Taxi ___
 Placa _____ Modelo _____ Capacidad Sentados ___ de Pie ___

Sitio	Suben			Bajan		
	Pasajeros	Total	Acum.	Pasajeros	Total	Acum.
Total						

Observaciones _____

Estudio de Recorrido y Demoras

Aforador _____ Supervisor _____
 Ruta _____
 Fecha (dd/mm/aaaa) ____/____/____ Día de semana _____
 Horas (Hora Militar): Salida _____ Llegada _____
 Clase de vehículo: Bus ___ Buseta ___ Micro ___ Escalera ___ Chivero ___ Taxi ___
 Placa _____ Modelo _____ Capacidad Sentados ___ de Pie ___

Tramo		Distancia (km)	Tiempo de Recorrido			Demoras		Velocidad (m/s)	
De	A		Inicial	Final	Gastado	Duración	Causa	Recorrido	Marcha

Causas de las demoras
 1. Ascenso y descenso de pasajeros del autobús observado. 2. As censo y descenso de pasajeros con carga del autobús observado. 3. Vehículos estacionados o detenidos. 4. Peatones cruzando. 5. Tiempo perdido intencionalmente por el conductor. 6. Fallas mecánicas del automóvil. 7. Accidente del autobús. 8. Paradero. 9. Ta rjeta. 10. Otras causas (especificar cuál).
 Observaciones _____

Origen / Destino

Hora	Origen	Destino

Obseraciones: _____

Salida y Llegada de vehículos

Aforador _____ Supervisor _____
 Ruta _____
 Fecha (dd/mm/aaaa) ____/____/____ Día de semana _____

Placa	Tipo	Hora Salida	Personas que salen en el vehículo	Placa	Tipo	Hora Llegada	Personas que llegan en el vehículo

Observaciones: _____

Figura 1 Formatos para trabajo de campo

Procedimiento de campo: Una vez elaborados y probados los formatos, se define el personal necesario, quienes deben diligenciar todos los espacios que aparecen en el encabezado de los formatos respectivos y registrar la cantidad de pasajeros que suben y bajan en cada parada del vehículo, y el sitio respectivo.

Procesamiento de información y generación de resultados: Una vez obtenida la información se procesa de acuerdo con las necesidades del estudio. Se deben construir polígonos de carga y curvas de permanencia, calcular las velocidades comercial y de operación, demoras, índice de pasajeros por kilómetro (IPK), índice de rotación, etc.

Polígono de carga: ilustra la cantidad de pasajeros, por tramo, que permanecen en el vehículo.

Curva de permanencia: gráfico que muestra, por tramos, el ascenso y descenso de pasajeros, pasajeros que permanecen en el vehículo, y los ascensos y descensos acumulados.

Velocidad comercial: media espacial de las velocidades instantáneas, se calcula con la expresión:

$$\text{Velocidad comercial} = \frac{\text{Longitud de la ruta}}{\text{Tiempo de recorrido}} \quad (1)$$

El tiempo de recorrido es la diferencia entre la hora de inicio y terminación del viaje.

Velocidad de operación: es el percentil 85 de las velocidades observadas.

Tiempo de demoras: tiempo en que el vehículo permanece detenido, por cualquier razón.

Capacidad del vehículo: número máximo de pasajeros que puede transportar el vehículo.

Índice de pasajeros por kilómetro (IPK): parámetro necesario para definir la tarifa [pas/km].

$$\text{IPK} = \frac{\text{Total de pasajeros transportados en un viaje}}{\text{Longitud de la ruta [km]}} \quad (2)$$

Ocupación crítica (Oc.): máxima ocupación registrada en el vehículo en un tramo de ruta.

Índice de rotación (k): factor que sirve para definir la rotación de la demanda.

$$k = \frac{\text{Total de pasajeros transportados en un viaje}}{\text{Ocupación crítica}} \quad (3)$$

Demanda insatisfecha: Para hallar la cantidad de usuarios que son desatendidos o tienen un servicio deficiente se compara la necesidad de viajes, determinada con el estudio de demanda, con la capacidad del sistema existente. Comparando los deseos de uso de rutas existentes o nuevas, con la capacidad de las actuales, se sabe si existe demanda insatisfecha que justifique modificar lo actual, e incluso considerar una nueva ruta, que permita atender las necesidades de la población. Esta parte del trabajo debe contar con buen conocimiento del sistema para tomar una decisión acorde con las necesidades y el cubrimiento del sistema de transporte.

Planeamiento de ruta: es la forma como se dispone la oferta para atender la demanda; se realiza mediante la determinación de parámetros como: frecuencia, intervalo y capacidad transportadora.

Frecuencia requerida: es el número de vehículos necesarios para cubrir la demanda de una hora determinada, sin tener en cuenta el tiempo de recorrido de las unidades.

$$\text{Frecuencia requerida [veh/h]} = \frac{\text{Demanda por el servicio [pas/h]}}{\text{Capacidad ofrecida [pas/veh]}} \quad (4)$$

Es usual trabajar con una capacidad mayor a la ofrecida, para cubrir eventualidades.

Intervalo: es el tiempo que transcurre entre el despacho de dos unidades de transporte.

$$\text{Intervalo [min]} = \frac{\text{Período de operación [min]}}{\text{Frecuencia requerida [veh/h]}} \quad (5)$$

Capacidad transportadora: número de vehículos necesario para cubrir la demanda.

Capacidad mínima: vehículos necesarios para cubrir la demanda máxima.

$$\text{Vehículos necesarios}[\text{veh}] = \frac{\text{Tiempo total}[\text{min}]}{\text{Intervalo}[\text{min}]} \quad (6)$$

Capacidad máxima: Es una capacidad mayor a la mínima (usualmente 20%) para atender la demanda por eventualidades y porque parte del parque automotor debe estar en mantenimiento.

Canasta de costos de transporte: Se utilizan los precios básicos para la estructura de costos en vehículos, con los cuales se obtiene el ingreso requerido para los diferentes tipos de vehículo.

Indicadores de calidad: Se establecen indicadores de calidad para los vehículos que serán los que presten el servicio, con el fin de mejorar la forma de transportar las personas y sus bienes o carga.

Aplicación de la metodología

La metodología propuesta se aplica a la situación del transporte público que permite la conexión del casco urbano del municipio de Guarne (Antioquia) con la zona rural influenciada por el mismo. La información analizada corresponde a datos recolectados a finales del año 2005.

Descripción del municipio y situación del transporte que hacen necesario el estudio: El Municipio de Guarne está en el oriente del departamento de Antioquia (ver Figura 2), en el ramal oriental de la cordillera central, con una extensión de 131 km² y alturas entre 2100 y 2600msnm su cabecera municipal está a 21km de la capital departamental. Su territorio lo cruza transversalmente la carretera Medellín-Bogotá, que es el principal eje de comunicación local y regional, con alto volumen vehicular donde se combina tráfico entre Medellín y el Oriente Antioqueño, el interveredal, interdepartamental y nacional, y del Aeropuerto José María Córdoba.

El transporte de pasajeros para la zona rural de Guarne ha sido brindado por las empresas Coopeguarne y Sotragur; pero la empresa Coopetransgur solicitó a la Administración

Municipal permiso para operar en las mismas rutas de las otras empresas por lo que se hace necesario contar con un estudio sobre la demanda de transporte respectivo y las condiciones de operación, y definir lineamientos a seguir para la definición y adjudicación, por esto se deben contemplar aspectos técnicos y jurídicos relacionados con el transporte público colectivo de pasajeros.



Figura 2 Ubicación de Guarne en Antioquia

Resultados

En el estudio se sigue la metodología descrita en este artículo. La toma de datos permite obtener resultados de ascenso y descenso de pasajeros, rotación de la demanda, polígonos de carga, determinar demandas insatisfechas, velocidades, distancias y tiempos de recorrido, entre otros; con base en los cuales, y luego de su análisis, proceder con las conclusiones y recomendaciones.

Resultados generales de los estudios de demanda

Se puede observar, en general, que las rutas veredales del municipio de Guarne suplen las necesidades de transporte de personas a las diferentes veredas. Estas rutas tienen más cantidad de pasa-

jeros en fin de semana por aspectos comerciales, en semana el transporte es básicamente de pasajeros (estudiantes y trabajadores). Debido a que la frecuencia de algunas rutas no es buena (en algunos casos con salidas cada hora o más), existe el servicio de “chiveros” (vehículo tipo campero o camioneta) en el que varias personas se unen y contratan el servicio para ir a uno o varios sitios continuos, a una hora deseada, ya que permanecen parqueados en los alrededores de los acopios a la espera de nuevos clientes. El “chivero” también se usa para transporte de carga.

La demanda insatisfecha se estima como demanda total menos la oferta, en Guarne esta demanda oscila entre el 10 y 15% de la demanda total, y es la cantidad de personas que no pueden utilizar el transporte formal, por lo que recurren al transporte informal (por ejemplo “chiveros”).

Entre semana las características generales del transporte rural son que la cantidad de personas es muy variable, se transporta carga de diversa índole, no hay horarios estrictos o establecidos para la prestación del servicio y así los vehículos salen cuando alguien lo necesita (en ocasiones es transporte informal), los conductores en su mayoría no son propietarios de los vehículos. En la noche la cantidad de viajes es muy variable y el servicio de transporte lo brindan los “chiveros”.

Resultados específicos por ruta

Existen 15 rutas de transporte de pasajeros y carga a las veredas de Guarne, algunas características generales de estas rutas se muestran en la Tabla 1.

Con los datos de cada ruta se obtienen resultados para los días en los cuales se realizaron los trabajos de campo: jueves y domingo (día típico laboral de semana y de fin de semana); se muestran algunos de estos (como ejemplo la ruta Alto de la Virgen) con tres gráficas principales:

Polígono de carga: se observa la información de los pasajeros que quedan en cada sitio o punto de control (esto es teniendo en cuenta los que suben y bajan). Figura 3.

Tabla 1 Información de las rutas veredales de Guarne

Ruta	Personas por día	Distancia (km)	Vehículo (tipo)
Alto de la Virgen	345	15,0	Microbús
La Clara	117	5,2	Microbús
Guapante	242	22,0	Microbús
Alto del Gordo	128	18,6	Microbús
Colorado	322	22,9	Microbús
Comfama	377	3,9	Microbús
El Pinal	124	34,0	Escalera
Hojas Anchas	408	19,0	Microbús
Juan XXIII	382	28,5	Microbús
La Clarita	236	12,0	Microbús
Mosquita	195	28,5	Micro- taxi
Pastorcita	77	16,4	Microbús
San Isidro	100	6,0	Campero
Montañez	120	7,1	Microbús
Yarumo	135	54,8	Escalera

Ascenso, descenso y permanencias acumuladas: en el cual queda consignada la información de los pasajeros que suben, bajan y quedan de manera acumulada por sitio de control (Figura 4).

Velocidades de recorrido y de marcha: se ve la velocidad de recorrido (con demoras) y la de marcha (sin demoras) de los vehículos en los tramos entre puntos de control. Figura 5.

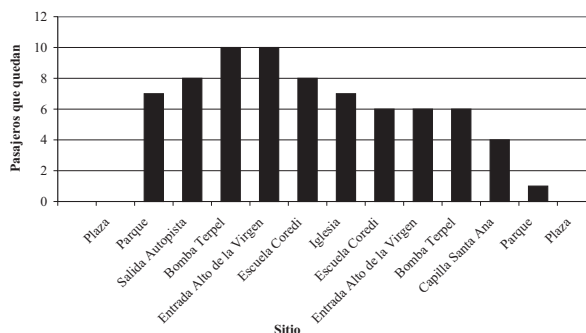


Figura 3 Polígono de carga. Día típico de semana. Ruta: Alto de la Virgen

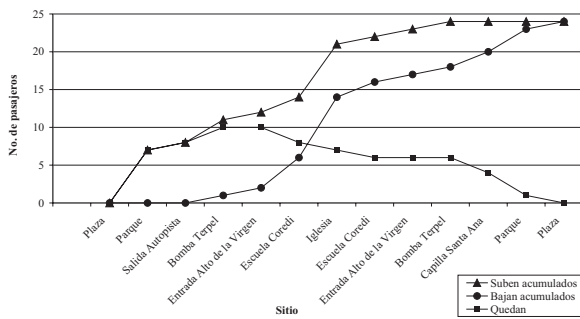


Figura 4 Ascenso, descenso y permanencias acumuladas. Día típico de semana. Ruta: Alto de la Virgen

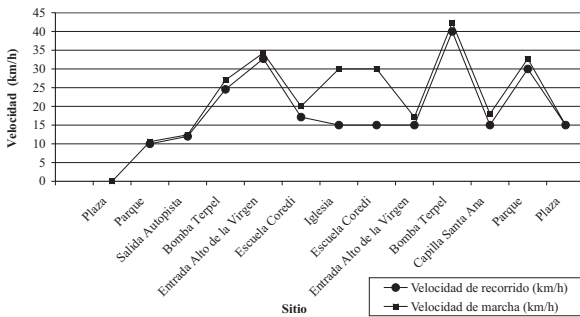


Figura 5 Velocidades de recorrido y marcha. Día típico de semana. Ruta: Alto de la Virgen

Estos valores son para recorridos completos (ida y vuelta) Por último se hizo un análisis de cada ruta de acuerdo al servicio que presta.

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos para la ruta “Alto de la Virgen” en un día de semana, lo mismo se hizo para fin de semana y para todas las rutas.

Discusión

- Muchos pasajeros no responden a las preguntas relacionadas con el destino del viaje; en el 90% de las respuestas el destino es el fin de recorrido.
- Algunos vehículos tienen el odómetro y velocímetro en mal estado.
- Las vías se encuentran en mal estado.
- Conductores y pasajeros no tienen referencias particulares en varios sitios; hay lugares, que aunque distantes, tienen el mismo nombre, por lo que aparece el mismo varias veces.

- La principal demora es la de ascenso y descenso de pasajeros en terminales o paraderos.
- La capacidad de microbuses es 13 personas, pero se encuentran 3 a 5 personas adicionales de pie especialmente los domingos y además viajan niños cargados (no ocupan silla).
- La mayoría de los vehículos que transitan en las rutas tienen más de 10 años de servicio.
- Los vehículos transportan niños, estudiantes y encomiendas, algunos de los cuales no aportan dinero por el servicio.
- El acopio de “chiveros” cuenta con 14 camperos y un micro, y trabajan desde las 6:00 hasta las 20:00 horas, la llegada de estos vehículos es en el parque.

Tabla 2 Información de ruta en día típico de semana. Ruta: Alto de la Virgen

Parámetro evaluado	Unidad	Valor
Tipo de vehículo		Microbús
Capacidad	Pasajeros	13
Tiempo de recorrido promedio	Minutos	45
Distancia de recorrido promedio	Kilómetros	15
Velocidad	km/h	20
Frecuencia de salida	Minutos	60
Pasajeros/viaje (ida y vuelta)	Pasajeros/viaje	24
Demanda atendida	Pasajeros/día	360
Demanda ruta	Pasajeros/día	380
Demanda insatisfecha	%	6
Índice de pasajeros por kilómetro (IPK)	Pasajeros/km	1,6
Ocupación crítica (Oc)	Pasajeros	10
Índice de rotación (k)		2,4
Frecuencia de salida requerida	Minutos	53
Vehículos necesarios/día	Vehículos/día	15-18

Rutas veredales

Datos de las rutas estudiadas, relacionados con demanda y operación, se presentan en la tabla

3. Con los datos de frecuencias de despacho, obtenidos del estudio origen/destino de todas las rutas, se obtiene la información de pasajeros por día.

Tabla 3 Datos de demanda y operación de las rutas

<i>Ruta</i>	<i>Pasajeros (pas/día)</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo de Recorrido (h)</i>	<i>Vehículo (tipo)</i>	<i>Velocidad (km/h)</i>
Alto de la Virgen	345	15,0	0,42	Microbús	36,0
La Clara	117	5,2	0,78	Microbús	6,8
Guapante	241,5	22,0	0,79	Microbús	27,8
Alto del Gordo	127,5	18,6	0,75	Microbús	24,8
Colorado	322,5	22,9	0,83	Microbús	27,6
Comfama	377	3,9	0,25	Microbús	15,6
El Pinal	124	34,0	0,65	Escalera	10,5
Hojas Anchas	408	19,0	1,15	Microbús	16,4
Juan XXIII	382,5	28,5	1,00	Microbús	28,5
La Clarita	236,5	12,0	0,93	Microbús	12,9
Mosquita	195	28,5	0,67	Micro- taxi	42,5
Pastorcita	77,5	16,4	0,75	Microbús	21,9
San Isidro	100	6,0	0,30	Chivero	20,0
Montañez	120	7,1	0,25	Microbús	28,4
Yarumo	187	54,8	1,30	Escalera	42,2

Costos de operación vehicular y tarifas

Se establecen los costos de operación para los vehículos que prestan el servicio, acorde con las metodologías que define el Ministerio de Transporte, como la Resolución 4350 de 1998. Para calcular tarifas hay aspectos que considerar:

- Los vehículos que ofrecen el servicio varían en capacidad, tipo, clase y modelo.
- La operación de rutas que no siguen una adecuada programación y necesitan ajustes.

- La fijación, por parte de las autoridades, de tarifas sin tener un control efectivo sobre los niveles de servicio que se ofrece, estableciendo el predominio de sistema tarifario único.

Para el análisis de la canasta de costos y tarifas del transporte para las rutas veredales del Municipio, se consideraron todos los parámetros requeridos, sobre los cuales se calcula el costo en \$/km según rendimientos o frecuencias, al multiplicar este costo por los kilómetros recorridos al mes

se tiene \$/mes; al dividir el valor mensual por el número de pasajeros transportados al mes se tiene \$/pasajero. Con este método se identifican los costos y tarifa técnica en para cada ruta.

Los costos de insumos para el parque automotor fue obtenida de estudios similares de la Secretaría de Transporte y Tránsito de Medellín, y lo establecido por las normas aplicables. Por las características de operación y las condiciones particulares del estudio, para obtener un valor único de precios se consideraron los costos fijos y variables que tienen el uso de vehículos tipo Bus abierto o “Escalera” (ver Figura 6), Microbús y “Chivero”, sin considerar modelo, además se hizo una descripción de los costos por tipo de vehículo que prestan el servicio en las diferentes rutas veredales del Municipio. El tiempo de vida útil del vehículo nuevo es de 20 años y el valor de salvamento considerado fue del 30% del valor nuevo, como lo indica la fórmula para calcular el costo de capital y la rentabilidad, sugerida por el Ministerio de Transporte.



Figura 6 Vehículo tipo “escalera”

Indicadores de calidad

Se establecen indicadores de calidad para los vehículos recomendados para la prestación del servicio de transporte, con el fin de mejorar la forma actual de brindarlo. Estos indicadores se dividen en tres categorías:

Relacionados con las especificaciones técnicas de los vehículos: garantizar el perfecto funcionamiento de frenos, dirección, suspensión,

señales visuales y audibles permitidas y del sistema de escape de gases; y estado adecuado de llantas, vidrios de seguridad y espejos.

- Los vehículos deben cumplir con dimensiones y pesos, incluida carrocería y accesorios.
- Todo vehículo debe tener mínimo una salida de emergencia en cada costado, adicional a las puertas de ascenso y descenso.

Relacionados con la operación de los vehículos:

- Los vehículos de servicio público, deben llevar en aviso visible un número telefónico a donde pueda informarse la manera como se conduce y/o se usa el vehículo correspondiente.
- Los vehículos de servicio público deben llevar marcado, en los costados y en el techo, el número de la placa según normas que emite el Ministerio de Transporte.
- Todo vehículo debe tener equipo de carretera con: gato para elevar el vehículo, cruceta, dos señales triangulares en material reflectivo y provistas de soportes para ser colocadas verticalmente o lámparas de señal de luz amarilla intermitentes o de destello, botiquín de primeros auxilios, extintor, dos tacos para bloquear el vehículo, llanta de repuesto, linterna, y caja de herramientas con alicate, destornilladores, llave de expansión y llaves fijas.
- Los vehículos de servicio público deben someterse anualmente a revisión técnico-mecánica, en centros de diagnóstico automotor autorizados, que está destinada a verificar el buen funcionamiento de todos sus sistemas y componentes, y el estado de la carrocería, niveles de emisión de gases y contaminantes. Los vehículos nuevos se someterán a la primera revisión de gases al cumplir dos (2) años a partir de su matrícula.
- Los vehículos de servicio público colectivo no podrán aprovisionarse de combustible mientras estén prestando el servicio.

Relacionados con el cumplimiento de disposiciones administrativas: Las empresas de Transporte Público Colectivo Terrestre Automotor de Pasajeros y Mixto, con radio de acción Metropolitano, Distrital o Municipal deberán tener pólizas de seguros que las ampare de riesgos así:

- Póliza de responsabilidad civil contractual que debe cubrir riesgos de muerte, incapacidad permanente o temporal y gastos médicos, quirúrgicos, farmacéuticos y hospitalarios.
- El monto asegurable por cada riesgo no podrá ser inferior a 60 SMMLV por persona.
- Póliza de responsabilidad civil extracontractual que deberá cubrir al menos: muerte o lesiones a una persona, daños a bienes de terceros y muerte o lesiones a dos o más personas.
- El monto asegurable por cada riesgo no podrá ser inferior a 60 SMMLV por persona y varía según el tipo de servicio y el tipo de vehículo.
- La vida útil máxima de los vehículos terrestres de servicio público colectivo de pasajeros y/o mixto es de veinte (20) años.

En el Municipio de Guarne la mayoría de estas disposiciones no se cumplen y la autoridad municipal debe emprender acciones para remediar esta situación.

Planteamiento de alternativas para atender demanda

En las rutas donde se trabaja con vehículo tipo “escalera” se puede tener campero (chivero) pero no microbús o automóvil. El microbús para las rutas donde opera es bueno por su capacidad de 13 pasajeros y carga en algunas ocasiones, en cambio la capacidad del campero es de 8 pasajeros y no es cómodo, pero puede utilizarse cuando no hay oferta de los vehículos autorizados, por lo que se puede tener una combinación de microbús y campero por las condiciones de las vías (destapadas en su mayoría).

En cada ruta se plantea un rango del número de vehículos por día y la frecuencia de despacho para atender la demanda (incluida la insatisfecha). De igual manera la posibilidad de combinar opciones por tipo de vehículo (por ejemplo tener dos camperos cada media hora en vez de un microbús cada hora) de acuerdo a la demanda; se plantea que las empresas transportadoras acojan camperos y los ingresen a la compañía, para así formalizar el servicio y mejorar la calidad.

Vehículo recomendado

- Se hace planteamiento de alternativas para cada ruta con cada tipo de vehículo, especificando la cantidad, frecuencia de despacho, y tarifa según el costo de operación. Por último se seleccionó la mejor opción según las condiciones de la ruta.
- En algunas rutas los microbuses prestan buen servicio, y puede seguir con apoyo de chiveros.
- Las escaleras prestan adecuado servicio en sus rutas, pero algunas veces una sola vez al día, por lo que se debe complementar con chiveros.
- Se pueden tener chiveros en rutas, con horas fijas, donde el despacho es espaciado, y algunos disponibles según necesidades de demanda para que el usuario se sienta bien con el servicio cuando lo necesite, y satisfacer sus necesidades con tiempo, costo, comodidad y seguridad.

Conclusiones y recomendaciones

- Las condiciones actuales de las vías (la mayoría sin pavimentar y mal estado) no son adecuadas para transitarlas, se debe hacer mantenimiento para brindar un buen servicio.
- El transporte rural en Guarne, en general, tiene déficit en las frecuencias de despacho, por lo que los usuarios prefieren tomar el chivero para llegar más rápido, aunque sea más costoso.

- La demanda insatisfecha es atendida por camperos cuando no hay servicio formal. Esta corresponde aproximadamente al 15% de la demanda total de pasajeros, por lo que se deben modificar las frecuencias y formalizar el servicio de chiveros, se plantea así la opción de que sean acogidos por las empresas transportadoras y tenerlos a disposición de los usuarios con recorridos fijos en los momentos en que las rutas de microbuses o escaleras no funcionan.
- Los índices de calidad no se cumplen en algunos casos por el desconocimiento de la normatividad, el cumplimiento de estos genera aspectos notables para la sociedad como: disminución de accidentes, seguridad, comodidad, rapidez, etc. Hay aspectos de los conductores relacionados con la calidad del servicio que perciben los usuarios, como el buen desempeño en el conducir, respeto, amabilidad, presentación personal, etc.
- Acorde con los análisis realizados en cuanto a demanda, costos, tipos de vía, vehículos y tarifa se recomienda lo que se presenta en la tabla 4.

Tabla 4 Resultado estudio demanda insatisfecha por ruta

<i>Ruta</i>	<i>Vehículo recomendado</i>		<i>Frecuencia (min)</i>		<i>Tarifa (\$/pas)</i>	
	<i>Semana</i>	<i>Fin de semana</i>	<i>Semana</i>	<i>Fin de semana</i>	<i>Semana</i>	<i>Fin de semana</i>
Alto de la Virgen		Microbús	50	50	1100	
Alto Gordo		Campero	110	70	2200	
Colorado		Microbús	80	45	1400	
Comfama		Microbús	50	45	450	
El Pinal	N/A	Escalera	N/A	660	N/A	1300
Guapante	Campero	Escalera	120	270	1200	800
Hojas Anchas		Microbús	60	35	800	
Juan XXIII		Microbús	50	45	2000	
La Clara	Campero	Microbús	140	100	700	350
La Clarita		Microbús	90	60	800	
La Mosquita		Microbús	120	70	2600	
La Pastorcita		Campero	200	90	2900	
Montañez		Campero	90	80	1600	
San Isidro		Campero	150	100	2200	
Yarumo		Escalera	600	600	1600	

N/A: No aplica

Referencias

1. P. Box, J. Oppenlander. *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito*. 4ª ed. Ed. Representación y Servicios de Ingeniería S.A. México. 1985. pp. 238.
2. American Association of State Highway and Transportation Officials. *A policy on geometric design of highways and streets*. AASHTO. Washington (USA). 2004. pp. 896.
3. J. J. Posada, C. A. González. “Estudio de demanda insatisfecha en transporte rural. Estudio de caso: Municipio de Guarne”. *VIII Simposio Colombiano de Ingeniería de Tránsito y Transporte*. Popayán. 2007. pp. 12.
4. J. Schuar, J. Huarte. *Métodos estadísticos en Ingeniería de Tránsito*. Ed. Representación y Servicios de Ingeniería. S.A. México. 1981. pp. 147.
5. Ministerio de Transporte. Decretos 170 y 175 de 2001. *Por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor Colectivo Metropolitano, Distrital y Municipal de Pasajeros (170) y Mixto (175)*. Bogotá. 2001. pp. 21-31.
6. Ministerio de transporte. *Resolución 4350 de 1998*. Bogotá. 1998. pp. 8.
7. N. J. Garber, L. A. Hoel. *Ingeniería de tránsito y carreteras*. 3ª ed. Ed. Thomson. México. 2005. pp. 1169.
8. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. *Estudio de demanda insatisfecha rutas veredales Municipio de Guarne*. Medellín. 2005. pp. 105.