

FORMULACIONES TEORICAS PARA EL ANALISIS DEL TRANSPORTE

COLECTIVO URBANO

Gustavo E. Lepage D.
Facultad de Ingeniería
Universidad del Zulia
Maracaibo

(Al Libertador Simón Bolívar,
en el Bicentenario de su nacimiento)

RESUMEN

En los centros urbanos de rápido crecimiento en Venezuela, el transporte colectivo muestra progresivas reducciones en la velocidad del servicio, aumentos en los costos de operación, e incrementos en las longitudes de viajes de los pasajeros. Estos se combinan para producir disminuciones en la cantidad de pasajeros servidos y aumentos de los pasajes, con efectos adversos para las entradas de los operadores y los gastos de transporte de los usuarios.

En este trabajo se definen los principales factores económicos y operacionales que intervienen en la producción y el precio del servicio, y se establecen sus relaciones.

Las formulaciones presentadas se refieren a los modos de transporte de superficie organizados en rutas fijas, tales como automóviles, camionetas y buses, entre otros.

También se detallan procedimientos para la toma de datos de campo, su organización y reducción y las pruebas estadísticas requeridas para establecer la suficiencia de muestras.

Las formulaciones presentadas permiten evaluar la capacidad de producción modal en el transporte colectivo urbano, su incidencia sobre el valor del pasaje, y la aplicabilidad de los modos al servicio.

ABSTRACT

In the quickly increasing of the urban areas of Venezuela, collective transport shows a progressive decrease of the speed service, an increase in the operation cost, and also an increase in the passengers's journey length. These factors merge to produce a decrease in the passenger number and an increase of the price of the ticket, with unliked effects on the operation gain and on user transport cost.

In this work, the main economic and operational factors which interfere in service production and price are defined, and their relations established.

The presented formulations are referred to surface transport modes which are organized on fixed travel, like cars, minibuses and buses for instance

The field-level data acquisition procedure is described, as its organization and reproduction, and the statistical proof which are required to establish the samples sufficiency.

These formulations, enable the evolution of the modal production capacity in collective urban transport, of its incidence on the price of the ticket, and of the application of the modes to the required service.

INTRODUCCION

EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE COLECTIVO URBANO

Apreciaciones del Problema

En retrospecto, el problema del transporte colectivo urbano en las ciudades venezolanas de tamaño intermedio y rápido crecimiento, tales como Maracaibo y Barquisimeto, se aprecia como un fenómeno cíclico que tiende a un progresivo deterioro del servicio y a la insatisfacción de la demanda. La situación alterna entre períodos críticos que culminan con la paralización del servicio por parte de los operadores, y otros escasamente satisfactorios que siguen a la restitución del servicio. En tales períodos, los usuarios experimentan largas colas en los terminales, menor disponibilidad de puestos a lo largo de las rutas, y mayores tiempos de espera y de viaje. Los operadores confrontan decrecientes entradas y márgenes de utilidad mientras aumentan los costos de capital y de operación.

Cuando estos aspectos se agravan, ocurren los períodos críticos que conducen a las interrupciones del servicio. Para abatir tales crisis, las autoridades públicas han permitido el aumento de los pasajes y la expansión de las flotas vehiculares, y en algunos casos han establecido programas crediticios para facilitar la adquisición de nuevas unidades.

Sujetos a las repetidas situaciones críticas, los usuarios y el público en general consideran que las medidas del gobierno son meros paliativos, que no se le presta la debida atención al asunto de que

el aumento de los pasajes incide adversamente sobre el gasto en transporte, y que las autoridades no parecen ser capaces de anticipar las situaciones, ni de obtener soluciones permanentes, ni de controlar las desmedidas ambiciones económicas de los operadores.

Los operadores del servicio consideran que las autoridades no disponen de la información necesaria y suficiente como para poder anticipar cuando se requiere un aumento de los pasajes, que no mantienen en buen estado las vías, ni sostienen un programa permanente de mejoras y nuevas obras viales que permitan establecer nuevas rutas y adaptar el servicio a los cambios que se producen en el ámbito urbano. También señalan que las autoridades no toman en cuenta sus opiniones para las decisiones, que resisten el diálogo constructivo, y se niegan a entender los problemas de los operadores.

Por su parte, los funcionarios gubernamentales sostienen que el transporte colectivo es un asunto prioritario propio de la planificación del desarrollo urbano, que dan la bienvenida a las opiniones y participaciones de grupos interesados en la formulación de las decisiones. Y que, por cuanto las políticas sobre los pasajes son accesorias a las políticas de redistribución de los ingresos, en los aumentos de los pasajes se dá cuidadosa atención a los efectos que se producen sobre los gastos familiares. Además, las autoridades consideran que la solución del problema del transporte a corto plazo radica en sostener el tamaño de las flotas vehiculares en correspondencia con el ritmo de la expansión de la demanda, y en apreciar debidamente la oportunidad en la que se requieren estímulos de la oferta, bien en la forma de aumentos de los pasajes, créditos o subsidios.

No obstante, los períodos críticos han ocurrido con creciente frecuencia, y las decisiones y acciones tomadas han resultado menos efectivas cada vez.

Propósitos del Trabajo

El presente trabajo comprende, por una parte, la selección y definición de factores económicos y operacionales que intervienen en la producción del transporte colectivo urbano y en el valor del pasaje. Por otra parte, se relacionan los factores para permitir valorar las capacidades de producción de los modos, y por ende su aplicabilidad en el servicio en razón del nivel del pasaje requerido. También, se establecen procedimientos para la obtención y organización de datos de campo, y se indican las principales pruebas estadísticas necesarias para determinar la suficiencia de muestras.

Las formulaciones teóricas desarrolladas se refieren al caso de los modos de transporte colectivo urbano organizados en rutas fijas, tales como automóviles, camionetas y buses, entre otros de autonomía similar.

Así, habida cuenta de que la resolución y ma-

nejo del problema, tanto como la administración y la toma de decisiones informadas en el transporte colectivo, requieren datos actualizados periódicamente e indicaciones de comportamiento. Entonces, los factores definidos y las formulaciones establecidas se entienden como contribuyentes al adecuado análisis y a la planificación a corto plazo del servicio. Para lograr que el transporte colectivo urbano resulte atractivo a los operadores, responsivo a la demanda, y eficaz en asegurar los beneficios propuestos para los usuarios en función del nivel del pasaje y su prolongada estabilidad.

Conceptualización del Problema

En las dos últimas décadas, y como resultado de investigaciones realizadas en ciudades venezolanas de tamaño intermedio,^a se ha establecido lo siguiente.

Por una parte, que debido a la expansión del área urbana y la localización periférica de la población de menores ingresos, que forman la mayoría de los usuarios del transporte colectivo, la longitud media de viaje de los pasajeros ha aumentado progresivamente. En consecuencia, ha aumentado además el tiempo medio de la ocupación de los puestos en los vehículos del servicio.

También, el aumento de la motorización y la escasez de inversiones en nuevas obras viales, conectividad de la red, mejoras y controles del tránsito, han inducido mayores concentraciones vehiculares y un creciente grado de congestión. Lo cual se ha traducido en progresivas disminuciones de la velocidad global del servicio.^b El aumento de las longitudes de viaje de los pasajeros y las disminuciones en la velocidad del servicio se combinan para disminuir la capacidad modal de producción de pasajeros por unidad de tiempo.

Por otra parte, en la década de los 70 se enfatiza un proceso inflacionario que ha conducido a sucesivos aumentos de costos en capital, mano de obra e insumos.

Por lo tanto, los progresivos descensos en la producción modal y los aumentos de costos se han aunado para resultar en disminuciones sucesivas de las entradas de los operadores y de los excedentes monetarios de la operación del servicio. En consecuencia, los operadores - también confrontados con un aumento de los costos de vida en su presupuesto familiar y con la prolongada vigencia del valor regulado de los pasajes - han planteado y obtenido, a través de situaciones críticas, el aumento del nivel de los pasajes. Esta situación ha incidido adversamente en lo atractivo de la industria del transporte colectivo, como para que la oferta hubiera acompañado las expansiones de la demanda. Sin descontar, que los aumentos de los pasajes incrementan la participación de los gastos de transporte en el presupuesto familiar de los usuarios, durante las mismas circunstancias de aumento de costos en otros bienes y servicios esenciales.

Por todo ello, según han señalado Meyer, Kain

y Wohl, y el problema del transporte colectivo urbano es algo más que una mera insuficiencia e inadecuación de los modos, rutas y pasajes.

FORMULACIONES TEORICAS

Definición de Factores

Con base en lo dicho anteriormente, los principales factores para el análisis del transporte colectivo urbano, se clasifican y definen como sigue.

Factores que Afectan al Transporte Colectivo

Son aquellos factores que inciden en el comportamiento económico de los modos de transporte colectivo según las condiciones imperantes en el medio urbano :

Precio del Mercado (e), es el precio de cualquier insumo esencial para el transporte colectivo. Entre otros, gasolina, cauchos, vehículos, salarios, patentes e imposiciones. Los precios del mercado se expresan en unidades monetarias o en porcentajes - como en los impuestos o tasas de interés - y se establecen a partir de publicaciones oficiales y estudios económicos.

Pasaje (f), es el precio oficialmente regulado de un viaje unidireccional en transporte colectivo, que ha de ser pagado al operador por cada usuario. Los pasajes se fijan según el modo y se expresan en bolívares - o unidades monetarias - por pasajero (Bs./Pas.), y se establecen a partir de publicaciones oficiales y estudios económicos.

Ganancia Unitaria (g), es la cantidad determinada por las autoridades competentes para sostener el interés de los operadores en la provisión del servicio. Es un componente del valor del pasaje, se expresa en bolívares por pasajero (Bs./Pas.), y se establece a partir de publicaciones oficiales y estudios económicos.

Longitud de Viaje del Pasajero (d), es la distancia de travesía de un pasajero mientras ocupa un asiento en un vehículo de transporte colectivo. Se expresa en kilómetros (Kms.), y se determina por encuestas de campo.

Velocidad del Servicio (v), es la velocidad global de un vehículo de transporte colectivo en operaciones de ruta (incluyendo el tiempo en paradas, demoras y terminal). Se expresa en kilómetros por hora (Kms./Hr.), y se establece por mediciones de campo.

Factores Económicos y Operacionales

Son aquellos que se consideran como componentes directos o resultados de las capacidades económicas y operacionales de los modos de transporte colectivo :

Capacidad de Puestos (c), es el número de asientos o espacios de que dispone un vehículo de transporte colectivo para alojar pasajeros. Se expresa en puestos por vehículo (Ptos./Veh.), y se establece por encuestas de campo por listas oficiales de vehículos clasificados.

Longitud de la Ruta (l), es el promedio de cada uno de los recorridos unidireccionales de un servicio de transporte en ruta fija. Se expresa en kilómetros (Kms.), y se establece por mediciones de campo o planos oficiales.

Pasajeros Servidos (p), es el número de personas que utilizan un vehículo de transporte colectivo durante una hora del servicio. Se expresa en pasajeros por hora (Pas./Hr.), y se establece por encuestas de campo.

Entrada del Servicio (i), es la cantidad recolectada de los pagos de pasajes por la operación de un vehículo de transporte colectivo durante una hora del servicio. Se expresa en bolívares por hora (Bs./Hr.), y se establece por encuestas de campo.

Costo del Servicio (c), es el gasto incurrido en la operación de un vehículo de transporte colectivo durante una hora del servicio. Se expresa en bolívares por hora (Bs./Hr.), y se establece por estudios económicos o datos contables de los operadores.

Excedente de Operación (a), es la cantidad neta de dinero remanente después de deducir el costo del servicio de la entrada del servicio durante una hora de operación de un vehículo de transporte colectivo. Se expresa en bolívares por hora (Bs./Hr.), y se determina por cálculo a partir de los datos establecidos.

Excedente Unitario (b), es la cantidad del excedente de operación por pasajero servido. Se expresa en bolívares por pasajero (Bs./Pas.), y se establece por cálculo a partir de los datos pertinentes.

Tiempo de Recorrido (t), es el tiempo en el cual un vehículo de transporte colectivo recorre el circuito de la ruta, o sea los recorridos unidireccionales de ida y vuelta (incluyendo el tiempo en paradas, demoras y terminal). Se expresa en minutos (Min.), y se establece por mediciones de campo.

DESARROLLO DE FORMULAS

En todas las fórmulas que siguen, la notación de los factores en mayúscula representa el promedio de los datos de un modo - tanto en una ruta como en un conjunto de rutas - y la notación en minúscula representa el promedio de los datos de un vehículo individual. Por lo tanto, las fórmulas son igualmente válidas para un conjunto vehicular modal o para casos vehiculares. Los promedios se determinan por :

$$X = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (F.1)$$

donde x_i = un dato del factor en consideración; y
 n = el número de muestras tomadas en un área urbana en un período de tiempo.

En las siguientes fórmulas se relacionan los factores definidos :

$$I = F \cdot P \quad (F.2)$$

donde I = la entrada del servicio, en Bs./Hr.;
 F = el pasaje, en Bs./Pas.; y
 P = los pasajeros servidos, en Pas./Hr.

$$C = Q + O \quad (F.3)$$

donde C = el costo del servicio, en Bs./Hr.;
 Q = el costo del capital, en Bs./Hr.; y
 O = el costo de operación, en Bs./Hr.

$$A = I - C \quad (F.4)$$

donde A = el excedente de operación, en Bs./Hr.

$$B = \frac{A}{P} \quad (F.5)$$

donde B = el excedente unitario, en Bs./Pas.

El valor del pasaje se desarrolla con los componentes del costo por pasajero servido (o costo unitario del servicio), y la ganancia unitaria :

$$F = \frac{C}{P} + G \quad (F.6)$$

donde G = la ganancia unitaria, en Bs./Pas.

En este particular, se entiende que la satisfacción de los operadores se establece, siempre y cuando en el proceso de regulación oficial del valor del pasaje se prescriba que la ganancia unitaria sea igual o mayor que el actual excedente unitario de la operación del servicio, o sea :

$$G \geq B \quad (F.7)$$

También, siendo G un estímulo para sostener el interés de los operadores en la provisión y expansión del servicio, su valor puede establecerse en razón del nivel de la tasa de interés comercial. Pero si se trata de un servicio municipalizado o sin fines de lucro, el valor de G podría determinarse como un excedente de seguridad, para integrar un fondo que permita compensar los altibajos de la demanda u otras necesidades no previstas.

Con base en los aspectos señalados en la conceptualización del problema, se postula que el número de pasajeros que podrían ser servidos por una unidad de transporte colectivo durante una hora de servicio (incluyendo el tiempo en paradas, demoras y terminal), es directamente proporcional a la ca-

pacidad vehicular de puestos y a la velocidad de servicio, e inversamente proporcional a la longitud de viaje de los pasajeros. Por cuanto a mayor longitud de viaje, mayor es el tiempo de ocupación del puesto, no quedando éste disponible para ser ocupado por otros pasajeros. Además, mientras más lenta es la velocidad del servicio, menor es el número de viajes vehiculares en un período de tiempo, y menor el número de pasajeros servidos por unidad de tiempo para un valor constante de la distancia de viaje de los pasajeros. Así :

$$P = \frac{S \cdot V}{D} \quad (F.8)$$

donde P = los pasajeros servidos, en Pas./Hr., una capacidad de servicio o de producción modal o vehicular, según el caso;

S = la capacidad de puestos de las unidades modales, en Ptos./Veh., o el producto que se dispone para el consumo;

V = la velocidad del servicio, en Kms./Hr.; y

D = la distancia de viaje característica de los pasajeros, en Kms.

Cuando se considera una situación empírica, un factor proporcional de reducción se aplica para tomar en cuenta los períodos no usados de los puestos durante una hora del servicio. Entonces :

$$P = K \cdot \frac{S \cdot V}{D} \quad (F.9)$$

donde K = el factor de reducción o calibración.

Se entiende que el factor K varía entre cero y la unidad :

$$0 \leq K \leq 1 \quad (F.10)$$

Cuando $K = 1$, hay un reemplazo embarcándose por cada pasajero que desembarca, y no se aprecian períodos de puestos no usados.

Cuando $K = 0$, ningún pasajero se ha embarcado y todos los puestos permanecen sin ser usados durante la hora del servicio.

El factor K se establece como el cociente de la cantidad empírica de pasajeros servidos entre la cantidad máxima y teórica de pasajeros que pueden ser servidos en situaciones correspondientes :

$$K = \frac{P_e}{P_t} \quad (F.11)$$

donde P_e = el número empírico de pasajeros servidos, según el muestreo de campo; y

P_t = el número máximo y teórico de pasajeros que pueden ser servidos. Este valor se determina según la fórmula (F.9), considerando a $K = 1$.

Lo postulado en la fórmula (F.9), representa un estimado de máxima producción de pasajeros ser-

vidos, siempre y cuando haya un reemplazo embarcando por cada pasajero que desembarca.

En las fórmulas (F.2, F.5 y F.6), la sustitución de P por sus valores teóricos o empíricos, permite la estimulación de los factores en consideración en valores máximos o actuales, respectivamente.

Además, la velocidad del servicio se puede expresar como :

$$V = \frac{2L}{T} \cdot 60 \quad (F.12)$$

donde L = la longitud de la ruta, como la distancia media de las trayectorias unidireccionales de la ruta, en Kms.;

T = el tiempo de recorrido del circuito de la ruta, en minutos; y

60 = el número de minutos en una hora.

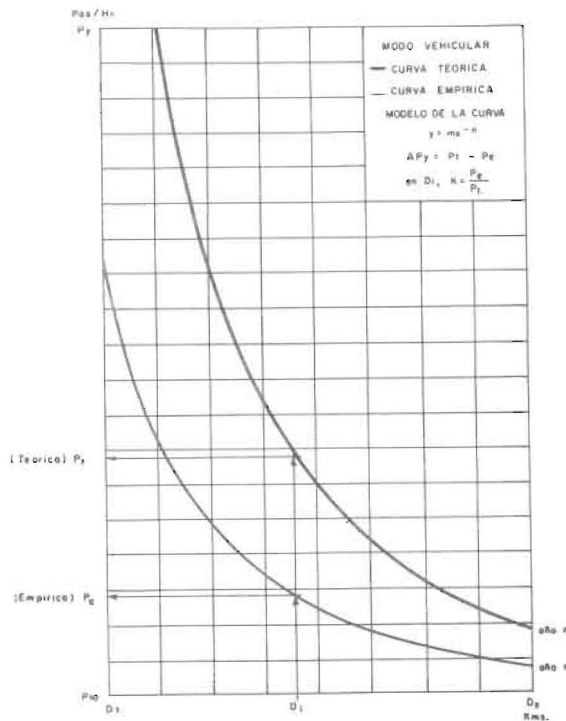
Si se substituye la fórmula (F.12) en la (F.9), se obtiene una expresión de los pasajeros servidos en términos de la longitud de la ruta y del tiempo de recorrido :

$$P = K \cdot \frac{S \cdot 2L \cdot 60}{D \cdot T} \quad (F.13)$$

MODELOS GRAFICOS

El postulado fundamental expresado en la fórmula (F.9), produce representaciones en la forma paramétrica de las ecuaciones potenciales, según se muestra en la Figura 1.

FIGURA 1.- REPRESENTACIONES GRAFICAS DE LAS RELACIONES ENTRE LOS FACTORES



$$y = mx^n \quad (F.14)$$

con $n < 0$,

donde y = la variable dependiente, expresada en términos de pasajeros servidos;

x = la variable independiente, expresada en términos de la distancia de viaje característica de los pasajeros;

m = el valor del intercepto de la curva con el eje vertical de coordenadas ortogonales; y

n = el valor de la pendiente de la curva.

Cuando se denotan como modelos teóricos, las curvas paramétricas representan situaciones de máxima producción y capacidad de servicio. Los valores de los puntos de una curva pueden obtenerse resolviendo la ecuación (F.9), haciendo $K = 1$, adoptando valores positivos de la distancia de viaje de los pasajeros y valores constantes de la velocidad de servicio y la capacidad de puestos.

Cuando se denotan como modelos empíricos, las curvas paramétricas representan situaciones actuales de producción y capacidad efectiva de servicio. Se obtienen a partir de datos de campo de la distancia de viaje de los pasajeros y del número de pasajeros servidos. A éstos datos se ajusta el modelo potencial por regresión.

Por su parte, los valores de K - calculados según la fórmula (F.11), relacionan las curvas teórica y empírica correspondientes a una misma situación representada y para cada valor positivo de la distancia de viaje de los pasajeros.

Las curvas potenciales resultan asintóticas a lo largo de ambos ejes de coordenadas, de tal forma de que cuando y se hace infinito x tiende a cero, y viceversa.

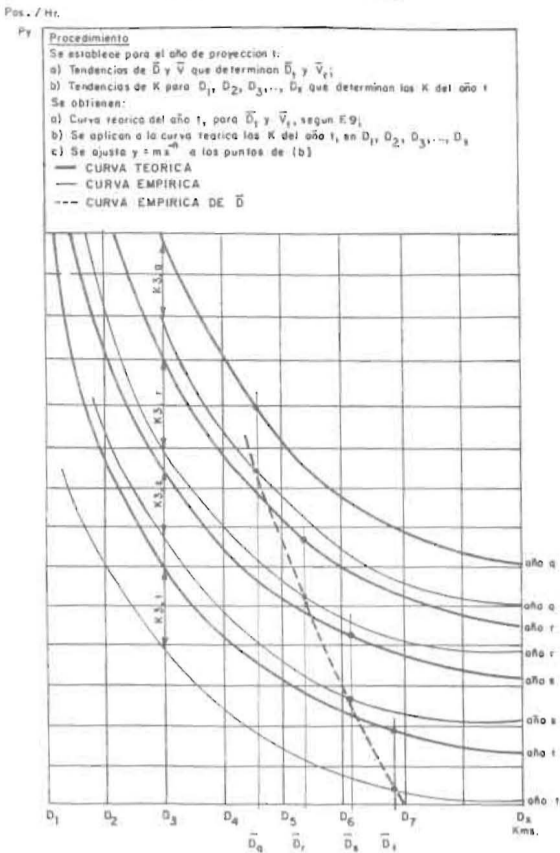
Debido a ésta característica, las curvas se desarrollan dentro de un rango práctico de las distancias de viaje de los pasajeros, tal como :

$$1 \leq D \leq L \quad (F.15)$$

El rango se establece considerando que ninguna longitud de viaje de los pasajeros puede exceder a la longitud de la ruta en operaciones actuales, y que la existencia del transporte colectivo no tiene justificación cuando las distancias de viaje de los pasajeros son menores de un kilómetro.

También pueden desarrollarse curvas de predicción para situaciones teóricas y empíricas, si se registran las tendencias de la velocidad del servicio y de los valores de K determinados para cada longitud de viaje de los pasajeros. Tal y como se ilustra en la Figura 2.⁶

FIGURA 2.- PROCEDIMIENTOS PARA LA REPRESENTACION GRAFICA DE PROYECCIONES



DATOS Y MUESTRAS

Los datos se obtienen en encuestas y mediciones de campo durante las operaciones del transporte colectivo, según los períodos que se desee investigar. Los datos se organizan como muestras de rutas para cada modo. Las muestras vehiculares son el resultado de las mediciones efectuadas en cada vehículo de la ruta. Las muestras modales son las colecciones de las muestras vehiculares, correspondientes a un modo, ruta y período en particular. Las muestras urbanas son las colecciones de las muestras modales. Los cálculos y modelos gráficos pueden desarrollarse para cualquier nivel de agregación de las muestras.

PROCEDIMIENTOS DE CAMPO

En el Laboratorio de Transporte y Tránsito de la Universidad del Zulia (LTT), se ha aplicado el siguiente procedimiento de toma de datos.

Para vehículos con capacidad de puestos de 30 pasajeros o menos, un solo observador, provisto con planillas de registro y un reloj que lee minutos, viaja como pasajero desde el origen de la ruta. Para cada recorrido unidireccional de la ruta el observador registra el nombre de la ruta, la fecha de la encuesta, el tipo de vehículo y su capacidad de puestos. La hora de partida, de llegada al ex-

tremo opuesto de la ruta y el tiempo de operación del vehículo en los terminales, además del número de pasajeros que se han embarcado en la unidad durante el trayecto. Los pasajeros se anotan secuencialmente con indicación de los sitios donde embarcaron y desembarcaron, y el monto de los pasajes pagados.

En la oficina, usando un mapa de la ciudad en escala métrica no menor de 1:25,000, el observador calcula y registra lo siguiente: longitud de la ruta, tiempo de recorrido, velocidad de servicio, distancias individuales de viaje de los pasajeros medidas entre los lugares identificados de embarque y desembarque - distancia media de viaje de los pasajeros y el monto total de los pasajes pagados. Una planilla tipo se muestra en la Figura 3.

FIGURA 3.- HOJA TÍPICA DE DATOS DE CAMPO

LTT	UNIVERSIDAD DEL ZULIA	LABORATORIO DE TRANSPORTE Y TRANSITO	FACULTAD DE INGENIERIA	Nº 110	
OBSERVADOR	J.M.S.	HORA SALIDA	7:35am	LONGITUD RUTA	9.6 Kms.
FECHA	04-12-78	HORA LLEGADA	7:50am	VELOCIDAD SERV.	32.8km/h
MODO	AUTO	TIEMPO RECORRIDO	15 min.	PASAJEROS SERV.	8
PUESTOS	5	TIEMPO TERMINAL	3 min.	LONG. MEDIA VIAJE	5.25 Km.
RUTA	DELICIAS	TIEMPO TOTAL	18 min.	ENTRADAS	8 Bs.
PAS. Nº	ORIGEN	DESTINO	PAGO	LONG. VIAJE	
1	AVE. 34	INCE	1.00	6.50	
2	AVE. 34	INCE	1.00	6.50	
3	AVE. 34	INCE	1.00	6.50	
4	TERMINAL	C. CIVICO	1.00	8.90	
5	TERMINAL	C. CIVICO	1.00	9.40	
6	CARABOBO	C. CIVICO	1.00	1.90	
7	CALLE H-3	C. CIVICO	1.00	1.80	
8	PLAZA A.H.	C. CIVICO	1.00	0.50	
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

En la oficina, usando un mapa a escala métrica 1:25.000, los observadores calculan y anotan los siguientes datos: longitud de la ruta, tiempo de recorrido, velocidad de servicio, distancias individuales de viaje de los pasajeros, distancia media de viaje de los pasajeros y el monto total de los pasajeros pagados.

En ambos procedimientos es necesario considerar la ocupación de puestos de los observadores. Al efecto, los datos se corrigen añadiendo a los observadores como pasajeros, con datos equivalentes a los promedios registrados.

PRUEBAS ESTADISTICAS

A objeto de establecer con cierto grado de confiabilidad que los datos muestrales son representativos, es necesario desarrollar las siguientes pruebas principales.

En los casos de la longitud de viaje de los pasajeros y de la velocidad de servicio, se consideran pruebas del tamaño de la muestra.⁶ El tamaño de la muestra ha de ser suficiente para no poder rechazar la hipótesis nula de que $\mu = \bar{D}$, o $\mu = \bar{V}$, respectivamente.

Para la longitud de la ruta se considera una prueba de comparación entre las medias de la muestra y de la población.⁷

El resultado de la prueba ha de revelar que la hipótesis nula $\mu = \bar{L}$ no puede rechazarse cuando la desviación standard de la población fuese diferente de aquella de la muestra.

APLICACIONES

Política de Pasajes

Como puede apreciarse, el primer componente de la fórmula (F.6), que define el valor del pasaje es el costo unitario de la producción del servicio modal. Por ello, cualquier variación de los costos o de los pasajeros servidos conlleva a un necesario ajuste del pasaje, independientemente del valor asignado a la ganancia unitaria, para que se mantenga la provisión del servicio. En consecuencia, la estabilidad del pasaje depende de la relativa estabilidad de los costos y la producción.

Si se considera que la ganancia unitaria representa, en parte, una cantidad disponible para compensar aumentos del costo unitario de producción. Entonces, el período de estabilidad del pasaje modal es determinable en razón de la rapidez con la que el precio unitario de producción cambia, hasta un valor equivalente a la parte compensatoria disponible en la ganancia unitaria. En este sentido, la rapidez del cambio en el valor unitario de la producción es susceptible de control, si las autoridades optan por ejercer controles previsivos sobre los factores participantes. Así, la velocidad de servicio puede controlarse por medidas tales como: mantenimiento adecuado de las superficies; au-

mento de las capacidades de las vías e intersecciones; desarrollo de alternativas viales; introducción de canales exclusivos para el transporte colectivo; revisión de la localización de las rutas y paradas; entre otras. El costo del servicio puede controlarse por medidas como: los requerimientos contractuales sobre el número de rutas y tamaño de la flota a cargo de un operador; la organización cooperativa de operadores para el suministro de partes y otros insumos, y regulación de precios de los insumos destinados al transporte colectivo; entre otras.

No obstante, cuando el valor del pasaje se incrementa con más rapidez que los ingresos familiares de los usuarios - y se aumenta la participación del gasto de transporte en el presupuesto familiar - la aplicación del modo pertinente resulta cuestionable. En consecuencia, la aplicabilidad de un modo en el transporte colectivo urbano es determinable en función de la incidencia del valor de su pasaje en el presupuesto familiar de los usuarios.

En este orden de ideas, la estabilidad del gasto de transporte en el presupuesto familiar, la rentabilidad de las operaciones, la implementación de acciones de control, y la aplicabilidad de los modos en razón del valor unitario de la producción, se entienden como los principales aspectos que orientan a una política de pasajes que sea adecuada a la capacidad económica de los usuarios y atractiva a los operadores.

Contribuciones del Método

Además de su importancia en la determinación de los aspectos centrales necesarios para establecer una adecuada política de pasajes y aplicaciones modales, el método presentado aporta otras contribuciones. Así, los factores definidos pueden ser utilizados como indicadores del comportamiento del servicio, para establecer los impactos de las cambiantes condiciones urbanas, y de las acciones de control implementadas, en relación con la economía y operaciones del sistema de transporte. Los factores y sus relaciones pueden utilizarse para comparar los estados actuales y futuros del transporte colectivo modal, tanto en relación a valores normativos, como en lo que respecta a casos urbanos y modales. También, éstos factores son valiosos para la selección de acciones de control entre alternativas, para lo cual es necesario determinar los cambios comparativos en las medidas de comportamiento causadas por cada acción probada. Mas aún, el registro de tales medidas de comportamiento provee la información requerida para aumentar la efectividad de las acciones de control seleccionadas, y para hacer progresar el estado de la técnica.

Tanto para establecer información continua o para controlar el progreso de las realizaciones, el método resulta útil porque emplea técnicas y procedimientos sencillos. Además, los factores definidos proveen una base para la normalización y estructuración de los registros permanentes de datos técnicos.

En síntesis, el método presentado resulta apropiado para la planificación a corto plazo, progresiva, de las mejoras de un sistema de transporte colectivo existente. Por ello, el método mismo complementa la metodología analítica del transporte, al aportar un elemento de corto plazo en los actuales modelos de planificación del transporte a largo plazo.

NOTAS

^a Lepage, Gustavo. "Effects of Rapid Urban Growth on Public Transport Policy : A Case Study of Three Venezuelan Cities." University of California, Los Angeles, 1981.

^b El autor ha registrado en la ciudad de Maracaibo aumentos anuales de la longitud media de viaje de los pasajeros que varían entre 0,07 y 0,08 kilómetros para los modos de autobús, microbús y carros por puesto. También ha registrado disminuciones de la velocidad de servicio que varían entre 0.98% y 1.47% para los mismos modos.

^c Meyer, J. R.; Kain, J. F.; y Wohl, M. The Urban Transportation Problem. Cambridge : Harvard University Press, 1965. p. 2.

^d El autor ha registrado en las ciudades de Maracaibo, Barquisimeto y Cabimas, ajustes del modelo potencial a los datos empíricos con valores R mayores de 0,92.

^e Ha de considerarse que el tamaño de cada muestra es mayor de 30, que las muestras son aleatorias, la población sigue una distribución normal y que la media de la población es desconocida. Una región de rechazo se define para un $\alpha = 10\%$ de significación y un valor de riesgo $\beta = 10\%$.

^f Ha de considerarse que el tamaño de cada muestra es menor de 30, que las muestras son aleatorias, las medias muestrales siguen una distribución normal y la media de la población es conocida - a partir de las medidas de longitud de ruta de las concesiones urbanas. Una región de rechazo se define para un $\alpha = 10\%$ de significación.

REFERENCIAS

- 1) FIELDING, G. J., et al. "Development of Performance Indicators for Transit". Irvine : University of California, ITS, 1977.
- 2) GILBERT, GORMAN, y DAJANI, JARIR. "Measuring the Performance of Transit Service". Chapel Hill : University of North Carolina, Department of City and Regional Planning, 1975.
- 3) GRAY, GEORGE E., y HOEL, LESTER A., eds. "Public Transportation : Planning, Operations and Management". Englewood Cliffs, N. J. : Prentice Hall, Inc., 1979.
- 4) JANE, JOSE, ed. "El Transporte Colectivo Urbano en España". Barcelona : Ediciones Ariel, 1972.
- 5) LEPAGE, GUSTAVO. "El Problema del Transporte Colectivo Urbano ". Para 51, Maracaibo, 1978, pp. 11-13.
- 6) LEPAGE, GUSTAVO. "El Problema del Transporte Colectivo Urbano en las Ciudades de Tamaño Intermedio". III Reunión Andina de Transporte. Medellín : SENA, 1980.
- 7) LEPAGE, GUSTAVO. "Effects of Rapid Urban Growth on Public Transport Policy : A Case Study of Three Venezuelan Cities". University of California, Los Angeles, 1981.
- 8) OLIVARES, DAXY, y FLORES, NELSON. "Relación del Número de Pasajeros con la Distancia de Viaje Servida". Maracaibo : Universidad del Zulia, LTT, 1979.
- 9) PEAT, MARWICK, MITCHELL and Co. "Public Transportation Fare Policy". Washington D. C. : U.S. Department of Transportation, 1977.
- 10) SANCHEZ, JOSE M., y GOMEZ, FELIX. "Economía del Transporte en Cabimas". Maracaibo : Universidad del Zulia, 1979.
- 11) TOMAZINIS, ANTHONY R. "Productivity, Efficiency, and Quality in Urban Transportation Systems". Lexington : Lexington Books, D. C. Heath and Co., 1973.
- 12) WEBSTER, F. V. "Research and Public Transport". The Scottish and Passenger Transport Association Annual Conference, Crowthorne, Abril, 1974.
- 13) WORLD BANK, "Urban Transport". Washigton, D. C., 1975.

Recibido el 15 de marzo de 1983