

# Estructura urbana y economía del transporte

Por: Henry Marín Marín\*

Esta publicación puede ser considerada como una ampliación del artículo "Transporte y estructura Urbana", presentado en el número 100 de la revista DYNA.

La hipótesis fundamental alrededor de la cual construimos todo el engranaje teórico de este artículo, podríamos sintetizarla en la siguiente forma: "Existe una relación directa entre la estructura urbana y la relación costo-beneficio de las empresas de transporte, que hace que la economía del transporte esté asociada en su determinación a condiciones propias de la estructura y la dinámica del espacio urbano.

En el procedimiento utilizado se aborda inicialmente el fenómeno de sus costos, posteriormente el de los ingresos, para posteriormente, articulando estos dos desarrollos, derivar la singularidad que la gestión empresarial del transporte urbano presenta respecto a otras empresas económicas.

## 1. ESTRUCTURA URBANA Y FUNCION DE COSTOS

Con un miramiento absolutamente cuantitativo de la distancia, la función de costos de transporte podrá tener la presentación que aparece en la Figura 1.

El modelo asume que cuando hablamos de costo-ingreso, siempre lo estaremos haciendo en el contexto de un viaje (recorrido entre el origen y el destino). Se escoge este contexto de análisis para efectos de simplificación del modelo, de unificación en la referencia, y esencialmente por considerar que dicha unidad de referencia constituye contexto suficiente de análisis donde se pueden dar todos los fenómenos costo-beneficio.

En la figura 1, la función de costos es igual a una constante  $a$  (costo por una unidad de distancia), multiplicando por el número de unidades de distancia, más una cantidad equivalente a los costos fijos.

$$C_T = aK + cF$$

Obsérvese que para esta ecuación estamos asumiendo que el costo para cada kilómetro es constante. Asunto que por lógica de razonamiento estaría sugiriendo que la estructura urbana, en cada unidad de distancia, permanece cons-

tante. La realidad es que el espacio urbano de movilización no cumple con esa uniformidad y que en este sentido cada kilómetro, por ejemplo, presentaría diferentes niveles de costo. Así, el costo marginal (costo por kilómetro adicional), tendría las dimensiones de una variable y no una constante.

Partamos de datos teóricos que tienen como única validez los supuestos lógicos de análisis e introduzcamos esta variabilidad en el costo marginal.

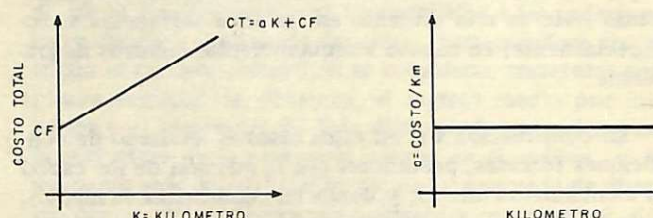


Figura 1. Función de costos de transporte con pendiente constante (costo/Km. constante).

| Kilómetro | Costo de $c$ /kilómetro | Costo acumulado |
|-----------|-------------------------|-----------------|
| 1         | 10                      | 10              |
| 2         | 11                      | 21              |
| 3         | 9                       | 30              |
| 4         | 9                       | 39              |
| 5         | 10                      | 49              |
| 6         | 12                      | 61              |
| 7         | 15                      | 76              |

La figura 2 generaliza los datos de la tabla y propone una función de costo total con pendiente variable, donde el costo por kilómetro resulta diferenciado en cada tramo de la estructura urbana.

Esto nos indica que si bien es cierto que el elemento puramente cuantitativo de la distancia es determinante del costo, existen otras variables, de carácter más estructural, que son cada vez más importantes en la medida que aumenta la complejidad urbana.

Haciendo un intento de clasificación, podríamos agruparlos así: Elementos topográficos y geológicos. La pendiente de las vías constituye una de las variables más incisivas en el incremento de los costos del transporte (combustible, depreciación).

\* Profesor Asistente  
Depto. Sistemas y Administración  
Facultad de Minas  
Universidad Nacional



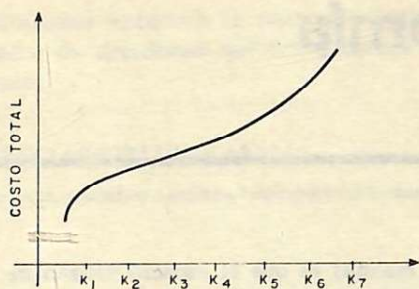


Figura 2. Función de costo del transporte con costos espaciales variables (costo marginal variable).

En las condiciones de desarrollo urbano en Latinoamérica, donde el asentamiento urbano contiene en su proceso particularidades, que no es del caso extender en este trabajo, la construcción de vías obedece a acciones no planificadas (esto es más evidente en las áreas segregadas socio-especialmente) en cuanto a requerimientos técnicos de gradiente.

La construcción vial en estos casos es resultado de condiciones forzadas, posteriores (en la mayoría de los casos) al asentamiento mismo; y donde las condiciones de ingreso, ante las políticas de autofinanciamiento vial producen soluciones mínimas y probablemente antitécnicas. Las condiciones geológicas en este mismo ámbito elevan los costos de construcción vial y aceleran sus procesos de deterioramiento. Todo esto, anexado a la ausencia de criterio técnico de tráfico propios de la ingeniería vial (curvaturas, amplitud, jerarquía, independencia, etc.), disminuyen la velocidad del sistema de transporte.

Como ejemplo de ilustración, simulemos dos rutas para dos áreas A y B que están a distancias iguales de un macrocentro y que tienen diferencias en su infraestructura urbana de transporte.

Obsérvese en la figura 3 que en el tramo 0 - K3 las curvas presentan similitud en la relación del costo por kilómetro, lo que puede indicar estructuras urbanas similares para ambas rutas en la salida del macrocentro. En el tramo K3 - K6 los costos por kilómetro disminuyen en ambas rutas al librarse de la congestión del macrocentro, especialmente en la ruta B. En el tramo K6 - K9, en la ruta B, los costos por kilómetro asumen un comportamiento constante, producto de una estructura urbana que permite patrones de velocidad continuos.

El tramo K9 - K10, en la zona B, podría corresponder a la zona residencial (sistema interno), donde se eleva la pendiente con respecto a K6 - K9 por los movimientos de distribución. En la ruta A, la función de costos de distribución podría estar dispersa en todo el tramo K6 - K10 y su costo, por kilómetro creciente, sobre todo en los últimos tramos, donde puede asumirse que las condiciones viales (pendiente, pavimentación, condiciones técnicas) se vuelven cada vez más precarias.

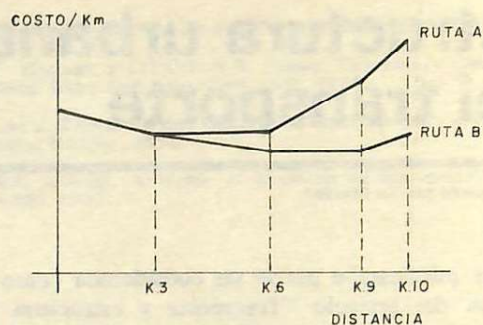


Figura 3. Modelo comparativo de costos de transporte por áreas urbanas.

Esta introducción a la variabilidad del costo por unidad de distancia, acordes con las diferentes calidades del espacio de movilización, dependientes de las diferencias en la estructura urbana, puede llevar a asumir diferentes modelos alternativos de costos interpretativos de las posibles circunstancias de las estructuras urbanas de los espacios de origen, destino e interconexión.

Así por ejemplo, la figura 4 muestra costo por kilómetro decreciente para el sitio de origen, costos marginales constantes para el sistema de interconexión y crecientes para el sitio de destino. Esto, en términos de estructura urbana, sugerirá que en el tramo de salida del espacio de origen ( $K_0 - K_a$ ), las estructuras urbanas mejoran en términos de calidades de movilización (aumentos en la velocidad), en proporción al avance hasta su frontera de salida ( $K_a$ ). El sistema de interconexión presenta costo por kilómetro igual hasta  $K_b$ , donde la penetración al espacio de destino implica aumentos en los costos por kilómetro hasta su punto de culminación  $K_c$ .

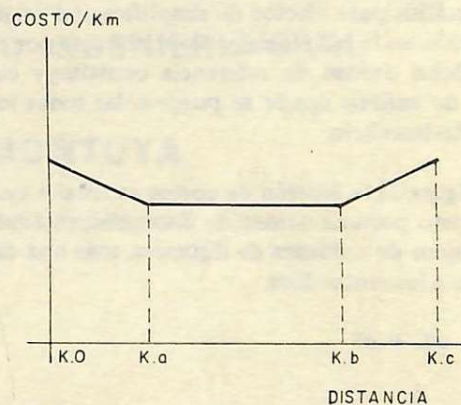


Figura 4. Curva costos por kilómetro.

## 2. ESTRUCTURA URBANA Y FUNCION DE INGRESOS

Iniciamos un estudio económico del ingreso en el transporte urbano para posteriormente confrontarlo con los



conceptos encontrados sobre el costo y finalmente hallar una vía de explicación económica del denominado déficit del transporte.

En el estudio del ingreso se hace difícil trabajar bajo las pretensiones teóricas de la generalidad, porque éste comporta un carácter variable de acuerdo con las políticas y sistemas tarifarios operantes en cada país y para cada sistema de transporte en particular. Sin embargo, y ésta es la proposición teórica básica de esta parte, independiente de la naturaleza del sistema del transporte, existen limitaciones por las características del costo anteriormente planteadas, que dificultan el control de la racionalidad económica de su sistema tarifario, entendiendo esta racionalidad económica en el cuadro de la relación ingreso-costo o servicio-costo.

Por razones metodológicas, partamos del sistema tarifario para el sistema de servicio de buses urbanos que opera en Colombia; en él desarrollamos los razonamientos básicos que sustentan la tesis y posteriormente abrimos el campo de discusión que permita trasladar los argumentos hacia otros sistemas.

Partamos del supuesto de una ruta A-B, donde A es el sitio de origen y B es el sitio de destino; todos los pasajeros se recogen en A y se distribuyen en B (en otro sitio no hay recolección).

Si todo el ingreso se capta en A y la tarifa es única para cada pasajero, la función de ingresos es de la forma  $I = Tq$ ; donde  $I$  = ingreso, y  $T$  = tarifa,  $q$  = volumen de pasajeros.

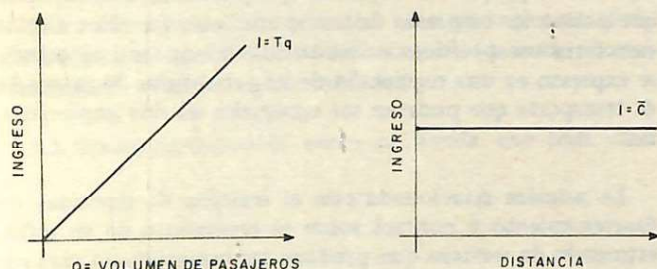


Figura 5. Función de ingresos

La figura 5 en su conjunto expresa dos formas de presentación de la función de ingreso; una en cuanto al volumen de pasajeros y la otra en cuanto a la distancia.

Esta diferenciación es importante hacerla porque en el transporte (y ésta es una de sus particularidades económicas), el concepto de distancia más que el concepto de volumen del servicio o del producto, es el más determinante de su costo.

En la segunda parte de la figura 5 (ingreso de función de la distancia), el ingreso es igual a una constante  $C$  que es igual al recaudo del ingreso que se efectúa en el origen

y de allí que el ingreso sea completamente insensible a la distancia.

Amplíemos, antes de cruzar esta característica del costo con el ingreso, las formas de operación del ingreso cuando se introducen aspectos cualitativos de la distancia; es decir, los componentes propios de la estructura urbana.

Esta ampliación del análisis incorpora el fenómeno de descentralización urbana característico de las formas contemporáneas de descentralización económica del centro tradicional.

Una ruta se desplaza desde A (centro tradicional) hasta B (espacio residencial), pasando por dos micro-centros en los puntos K4, K7. En cada micro-centro hay un flujo de salida y entrada de pasajeros. En la figura 6 se ilustran los saltos de la función ingreso en los puntos K4, K7 y al mismo tiempo se generaliza la función con una curva, donde la función pierde su insensibilidad a las variaciones en la distancia (pendiente variable); aumentándose con relación al ejemplo anterior, si se consideran trabajados en la misma cantidad de distancia, el ingreso medio por kilómetro y el ingreso total. Esta distancia lograda, al ingresar la estructura de la economía urbana en el análisis, es un elemento más de ratificación de que el concepto de distancia por sí mismo (concepto puramente cuantitativo), deja enormes vacíos en el análisis económico del transporte.

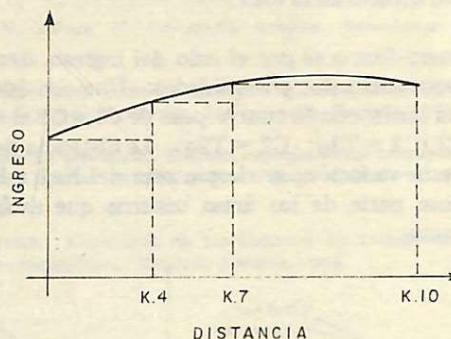


Figura 6. Curva de ingresos con pendiente variable.

### 3. ESTRUCTURA INGRESO - COSTO EN LA ECONOMIA EMPRESARIAL DEL TRANSPORTE.

Para integrar estas características del ingreso y del costo, y observar las implicaciones en los fenómenos de oferta del transporte (déficit del transporte por áreas urbanas), este trabajo, en la intención de dar una mayor ampliación y fundamentación teórica, aplicará en el contexto de estos propósitos los conceptos de punto de equilibrio y de utilidad desarrollados en el marco de la teoría económica y administrativa.

Crucemos la función de costos y la de ingresos en cuanto a la distancia. En la figura 7,  $K_e$  expresa aquel nivel de recorrido para el cual los costos se hacen iguales al ingreso, o aquella cantidad de distancia donde el ingreso absorbe



el costo total. Cualquier distancia superior a  $K_e$  generaría pérdidas, y distancias inferiores a  $K_e$  utilidad.

En la misma figura, si definimos AB como la utilidad que genera la rentabilidad aceptable de la economía (Utilidad/inversión), en las figuras urbanas con distancias superiores a  $K_u$ , pueden ser consideradas como áreas de tendencias de disminución de oferta o de déficit de transporte, bajo las consideraciones teóricas del modelo.

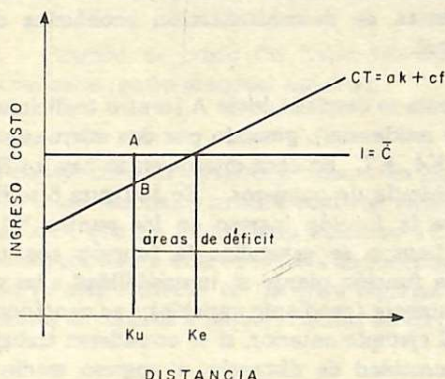


Figura 7. Distancias de equilibrio y segmentos de utilidad.

La figura 8 ilustra las dos formas de ampliación de las distancias de equilibrio o la factibilidad de ampliación del cubrimiento urbano de la ruta.

La primera forma es por el lado del ingreso, dentro del cual se presentarían dos posibilidades: Una consistente en aumentar la tarifa, con lo cual se pasa de  $C_1$  a  $C_2$  al cambiar de  $T_1$  a  $T_2$  ( $C_1 = T_1q$ ;  $C_2 = T_2q$ ). La distancia de equilibrio, por esta variación, se desplazaría del  $K_{e1}$  a  $K_{e2}$ , incorporándose parte de las áreas urbanas que están entre estas distancias.

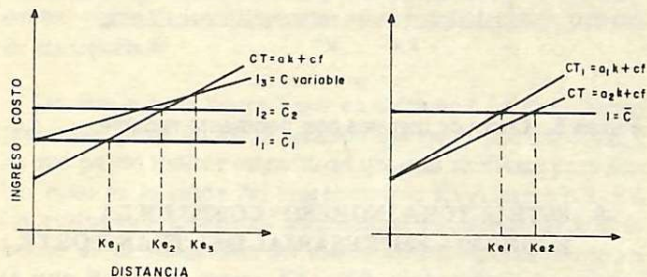


Figura 8. Movimientos en las condiciones de equilibrio y utilidad.

La otra posibilidad de desplazamiento del ingreso ( $I_3$  en la figura 8), es la originada por los procesos de descentralización de la economía urbana ya explicados, que hacen sensible el ingreso a la distancia (hacen  $C$  variable). Este desplazamiento del ingreso ( $I_3$ , amplía las distancias de equilibrio de  $K_{e1}$  a  $K_{e3}$ , incorporándose parte de las áreas urbanas comprendidas en estas distancias.

La segunda forma supone la disminución de la pendiente

de costo ( $a = \text{costo/Km}$ ) y que en términos de prácticas de planeación urbana, sugiere el mejoramiento de las calidades viales y de su estructura en general, de los sistemas de recolección y distribución, tal como se abordaron.

Esta importancia de la distancia en la economía del transporte, hace que el costo marginal o el costo medio (costo por pasajero adicional, o por pasajero) deba incorporarse el concepto de distancia (costo pasajero kilómetro), parámetro básico en la definición económica de la tarifa.

#### 4. SISTEMA TARIFARIO

Respecto a las tarifas (precios de transporte), hay dos aspectos que las singularizan del funcionamiento general del sistema global de precios de la economía empresarial; estos son:

##### 4.1 Contradicción Tarifa-Costo geográficamente diferenciado.

El primer aspecto es que existen (esto dentro del contexto latinoamericano) dificultades en cuanto a la correspondencia que debe existir de acuerdo con las condiciones de funcionamiento de la economía empresarial capitalista, entre la tarifa (precio) y el costo que a su vez es variable, por diferencias en la estructura para cada área o para cada ciudad en donde tiene operación cada empresa de transporte o cada ruta.

Esta dificultad puede ser apreciada como una cierta caracterización del sistema competitivo, consistente en una especie de propiedad espacial (propiedad sobre la ruta) que poseen las empresas de transporte, atendiendo a ciertas características políticas e institucionales que en el estado se expresan en una regulación de las economías de mercado de transporte que podrían ser agrupadas en dos implicaciones:

La primera relacionada con el régimen de licencias de funcionamiento y control sobre el crecimiento de su infraestructura de servicio que produce las caracterizaciones sobre el sistema competitivo ya anotadas (tómese como ejemplo el Capítulo II del Estatuto Nacional del Transporte Terrestre Automotor para Colombia).

La segunda implicación está relacionada con el control sobre el régimen de tarifas que impiden su adecuación a las realidades de costo de las estructuras de las áreas urbanas.

Tomemos como contexto de ejemplo el caso colombiano y desarrollemos en este marco la implicación de los conceptos. Aunque en el Artículo 84 del Estatuto Nacional de Transporte Terrestre Automotor se señala que las tarifas serán fijadas con sujeción a los factores nivel de servicio, longitud de las rutas, condiciones viales y costo de operación de los equipos, el artículo 85 estipula una consideración que controvierte la posibilidad de hacer práctica la norma, cuando se afirma que corresponde al Instituto Na-



cional del Transporte la fijación de tarifas en todo el país para las distintas modalidades y especialidades del transporte público.

Por un lado, el asunto de la tarifa (por los conceptos desarrollados) debería (se anota que por razones de funcionamiento de la economía capitalista) acomodarse a cada ruta en particular. Por otro lado se pretende reglamentar desde el nivel nacional el sistema tarifario, con todas las limitaciones que desde el punto de vista de la obtención de la información y de su racional manejo, deben ser competencia de instituciones locales y regionales.

En la información obtenida en las entrevistas con funcionarios del INTRA, seccional Antioquia, se hacía evidente las carencias de autonomía y de agilización en la toma de decisiones para los asuntos estrictamente locales (y dentro de ellos, especialmente los tarifarios), que en alguna forma dejan sin piso práctico las investigaciones tendientes precisamente a fundamentar el sistema de licencias de funcionamiento y control de tarifas.

La realidad es que el sistema tarifario para el transporte público automotor en Colombia no hace una consideración adecuada de las diferencias en las estructuras ingreso-costo de cada ciudad, de cada área en particular y por supuesto, de cada unidad empresarial y de cada ruta en particular.

Esta correspondencia entre la tarifa y el costo de cada ruta, según la información obtenida en las empresas de transporte de buses consultadas, ha generado problemas administrativos en el sentido de la preferencia de conductores y propietarios de buses para determinadas rutas, dentro de una misma empresa, y el hecho (declarado por sus administradores) de que las rutas más rentables (de menor costo) "subsidian" a las de baja rentabilidad.

#### 4.2 Incongruencia entre la Tarifa que paga cada

usuario y el Costo Real producido en el Consumo individual del servicio.

La segunda característica del transporte que lo singulariza, desde el punto de vista de la economía empresarial capitalista, podría ser expresada como la dificultad práctica de hacer que el precio que cada pasajero paga por su servicio cubra o absorba la realidad del costo producido.

Todas las consideraciones planteadas en este título sitúan la economía del transporte enraizada en aspectos complejos del desarrollo urbano. Desde esta consideración, es posible entender las particularidades que, como empresa económica, el transporte presenta y situar dentro de este contexto su problemática.

En este trabajo de John W. Dyckman (la ciudad, su origen, crecimiento e impacto en el hombre, pag. 227), está plasmada esta idea:

"Las concesiones del transporte, que al acabar el siglo eran muy apreciadas por empresarios inversionistas, han dejado de ser desde mucho tiempo especialmente lucrativas . . . , en la mayoría de los casos han sido tomadas a su cargo por municipios o cesado en su negocio".

#### BIBLIOGRAFIA

- JOHNSON, James H. Geografía urbana. Barcelona, Oikos-taw, 1974.
- OWEN, Wil Fred. Automóviles y Ciudades. Estrategias para los países en vía de desarrollo. Fedesarrollo, Bogotá, 1975.
- Universidad de Medellín. Edición especial sobre transporte. Tercera reunión Andina de transporte Urbano Colectivo. Septiembre, 1979.
- VOFG, Fritz. Economía de los sistemas de transporte Fondo de cultura económica. México, Buenos Aires.