

ENSAYOS

Volumen XIII, número 2, N\$35

Noviembre de 1994

Movilidad Metropolitana y Transporte Público

El sistema de autobuses urbanos en el AMM: evolución histórica y situación actual, un análisis económico
Diana Aguilar

Demanda potencial de un sistema de transporte cooperativo en Monterrey
Hernán Villarreal

Integración de sistemas de transporte
Carlos Chavarría

El impacto en la economía local de cambios en el sistema de transporte
Hernán Villarreal

Modal split model for the work trip in Monterrey
John Kain y Baher El-Hifnawi

Un mecanismo de pago por arrendamiento de autobuses urbanos no manipulable que emula un mercado competitivo
Hernán Villarreal

Vehicle ownership in Monterrey
John Kain y Baher El-Hifnawi

Ineficiencia y equidad en el sistema de autobuses de pasajeros en Monterrey
Hernán Villarreal

Financiamiento de infraestructura de transporte y vialidad
Carlos Chavarría

La demanda de estacionamientos en el centro de Monterrey
Héctor Saucedo



Facultad de Economía
Centro de Investigaciones Económicas
Universidad Autónoma de Nuevo León

- La revista "Ensayos" publica trabajos relacionados con todos los campos de la economía, la estadística y ciencias sociales afines. Se edita dos veces al año, en los meses de mayo y noviembre.
- Las solicitudes de suscripción, o inscripción en el programa de canje académico, deben dirigirse a: Centro de Investigaciones Económicas, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Loma Redonda 1515 Pte. Col. Loma Larga, Monterrey, N. L. México, CP 64710, Apdo. Postal 288.
- Toda comunicación relativa a manuscritos y correspondencia editorial deberá ser dirigida a: Lic. Jorge Meléndez Barrón, Director y/o Dr. Hernán Villarreal, Subdirector. Centro de Investigaciones Económicas, UANL.
- Las opiniones, juicios, e ideas que puedan contener los artículos en esta revista son de la exclusiva responsabilidad de sus autores. Sin embargo, esta institución se reserva todos los derechos y en consecuencia, la revista o sus artículos no pueden ser copiados sin permiso por escrito del director y/o el subdirector. Se autoriza la reproducción parcial para propósitos didácticos, de análisis y comentarios en otras publicaciones, siempre y cuando se cite la fuente.

Noviembre 1994

DIRECTORIO

Consejeros

Ana Leticia González Palomares
José Alfredo Tijerina Guajardo
Hernán M. Villarreal Rodríguez

Director
Facultad de Economía

Jorge N. Valero Gil

Director
Centro de Investigaciones
Económicas

Jorge Meléndez Barrón

Indice

Presentación	i
El sistema de autobuses urbanos en el AMM: evolución histórica y situación actual, un análisis económico <i>Diana Deyanira Aguilar Saracho</i>	1
Demanda potencial de un sistema de transporte cooperativo en Monterrey <i>Hernán M. Villarreal Rodríguez</i>	37
Integración de sistemas de transporte <i>Carlos Chavarría Garza</i>	59
El impacto en la economía local de cambios en el sistema de transporte <i>Hernán M. Villarreal Rodríguez</i>	89
Modal split model for the work trip in Monterrey <i>John Kain</i> <i>Baher El-Hifnawi</i>	101
Un mecanismo de pago por arrendamiento de autobuses urbanos no manipulable que emula un mercado competitivo <i>Hernán M. Villarreal Rodríguez</i>	119
Vehicle ownership in Monterrey <i>John Kain</i> <i>Baher El-Hifnawi</i>	127
Ineficiencia y equidad en el sistema de autobuses de pasajeros de Monterrey <i>Hernán M. Villarreal Rodríguez</i>	153
Financiamiento de infraestructura de transporte y vialidad <i>Carlos Chavarría Garza</i>	169
La demanda de estacionamientos en el centro de Monterrey <i>Héctor Saucedá Salinas</i>	201

Presentación

Durante todo 1994, el Centro de Investigaciones Económicas (CIE) mantuvo un convenio con el Consejo Estatal del Transporte (CET) para investigar sobre la movilidad metropolitana en general y, específicamente, sobre el sistema de transporte urbano de Monterrey.

De esta colaboración, dirigida por el Dr. Hernán Villarreal, Subdirector del CIE, resultaron diversos trabajos que fundamentaron el análisis hecho por el CET a la hora de presentar a la comunidad su "Política y Plan de Transporte", en 1994. En la propuesta del CET, el impulso de los medios de transporte colectivo es una de las recomendaciones más importantes. Para ello, se sugiere la estrategia de*: (1) reducir el costo de viaje --en tiempo-- en medios de transporte de uso común, frente al automóvil privado; (2) propiciar un uso racional de las vías públicas, aplicando los costos reales a la movilidad metropolitana actual y futura; (3) eliminar "externalidades por relocalización de uso del suelo; (4) evitar promover la "migración" hacia el uso intensivo del automóvil. El elemento complementario más importante de esta estrategia es la promoción de la autosuficiencia urbana en las subregiones metropolitanas.

Si bien este programa de investigación tuvo siempre el objetivo de llegar a propuestas concretas respecto a cómo mejorar nuestro sistema de transporte urbano, gracias al esfuerzo y la paciencia del Dr. Villarreal y del Ing. Carlos Chavarría, Director del CET, también se generaron estudios eminentemente técnicos, algunos de los cuales se incluyen en este número especial de "Ensayos". A pesar del carácter académico de los trabajos, su interpretación adecuada sirvió, como se indicó antes, para elaborar propuestas prácticas debidamente fundamentadas.

Los temas de los artículos son variados. El de Diana Aguilar reseña la evolución histórica del sistema de autobuses del Área Metropolitana de Monterrey (AMM), haciendo énfasis en las mediciones más relevantes de poder monopólico y de concentración de mercados. Después de este trabajo, vienen dos escritos de Hernán Villarreal y Carlos Chavarría,

* Ver: "Un nuevo enfoque para el estudio de la movilidad metropolitana", por Carlos Chavarría Garza, en Entorno Económico, Vol. XXXII, No. 193, Centro de Investigaciones Económicas, UANL, que aparecerá en diciembre de 1994.

respectivamente, sobre las conveniencias y la factibilidad de la integración de medios de transporte en el AMM mediante el establecimiento de boletos multimodales, sistemas de transferencias y cooperación entre prestadores de los diversos servicios.

En otro trabajo, Hernán Villarreal propone un enfoque teórico para evaluar los impactos del sistema de transporte urbano en la economía local. Más adelante Kain y El-Hifnawi modelan económicamente los factores que determinan el medio de transporte usado para viajar al lugar de trabajo en Monterrey. En otra colaboración, Villarreal sugiere cómo podría funcionar eficientemente un sistema de transporte público "concesionado" a los particulares.

Posteriormente, Kain y El-Hifnawi modelan los determinantes económicos de la posesión de automóvil privado en el AMM, y Villarreal reflexiona, en otro artículo, sobre los ahorros económicos que podría obtener la ciudad si en lugar de contar con un sistema de rutas "radiales", la red fuera de líneas "ortogonales"

En los dos últimos trabajos, Chavarría propone implementar un Cobro de Derechos por Impacto Vial para eliminar "externalidades" y financiar la infraestructura vial de la ciudad, y Héctor Saucedo estima una demanda de estacionamiento público en el centro de Monterrey, que podría ser utilizada ampliamente en evaluaciones de proyectos en la zona.

Se reúne pues un grupo de valiosas investigaciones en este volumen, esperando que, como nosotros, el lector considere valioso encontrar en un solo lugar varias referencias importantes para entender problemas de movilidad metropolitana y sistemas de transporte urbano en Monterrey. En el CIE, esperamos que el trabajo del Dr. Villarreal y el Ing. Chavarría sea apreciado por otros en la misma dimensión que aquí lo hacemos. Ojalá que el convenio que permitió esta colaboración entre nuestras instituciones perdure.

Jorge Meléndez Barrón
Director
Centro de Investigaciones Económicas

Monterrey, N. L. Noviembre de 1994.

El sistema de autobuses urbanos en el AMM: evolución histórica y situación actual, un análisis económico

Diana Deyanira Aguilar Saracho*

El sistema de autobuses urbanos del AMM presenta las características de un mercado oligopólico en el que las centrales obreras operan el 66.4% de las rutas a través de un esquema de permisionarios y el 33.6% restante es manejado por empresarios privados que mantienen su presencia desde principios de siglo. Sin embargo, la restructuración del transporte iniciada en 1989, mediante la cual se han ido introduciendo nuevas alternativas de movilidad metropolitana en medios colectivos —metro, ecotaxis, rutas periféricas—, ha estado reduciendo el poder monopólico de las empresas del ramo, según se desprende de los diversos índices de concentración de la industria —Herfindahl y Theil— y de poder monopólico —Lerner— que se calculan en este trabajo. Se presenta un panorama de la evolución del sistema de autobuses urbanos del AMM, con información estadística sobre uso de distintos medios de transporte, participaciones de mercado, etc.

1. Introducción

El transporte es considerado casi exclusivamente como un servicio intermedio, como un medio para un fin y no como un fin en sí, y el fin que hay que servir es el cambio de localización de personas o de mercancías.

La importancia del transporte radica en que este servicio ejerce una influencia poderosa en la distribución de la población, de la industria, de la agricultura y de la mayoría de las actividades sobre la superficie de la tierra. De aquí, que se nos ofrezca una aparente paradoja: el uso del servicio de transporte depende totalmente de la localización de actividades, lo cual a su vez depende fundamentalmente de los servicio de transporte.

En el Area Metropolitana de Monterrey, el Sistema de Transporte Urbano de autobuses de pasajeros es el que ocupa el primer lugar de importancia, ya que es el que mayor participación obtiene del total de transporte público y es la principal causa generadora de congestión vial en la metrópoli.

* Egresada de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El artículo se basa en su trabajo de titulación como Licenciado en Economía.

El sistema de transporte público es un mercado regulado, en el que los usuarios consumidores intercambian diferentes tipo de servicios a los precios determinados por las autoridades de transporte.

Desde principios de siglo, los camiones urbanos de pasajeros han poseído cierto grado de monopolio; sin embargo, actualmente se han tomado medidas por parte del Gobierno para el buen funcionamiento del sistema en lo que se refiere a calidad del transporte, y se ha permitido la entrada a nuevas formas del servicio que han provocado que el grado de monopolio que poseen las empresas de transporte urbano quede vulnerado.

Además se ha incrementado de manera importante el número de automóviles por familia, lo que puede ser debido a factores como incrementos en el ingreso de las familias y la regularización que recientemente se ha realizado a los automóviles extranjeros.

El objetivo fundamental de este trabajo es el de examinar la estructura de mercado que posee en años recientes el Sistema de Autobuses de Pasajeros en el Area Metropolitana de Monterrey, basado en índices de concentración y monopolio para los años de 1989, 1991 y 1993.

Primeramente se analizarán la evolución histórica de los autobuses urbanos y de los problemas que han ocasionado a la metrópoli, se expondrá un panorama general de la oferta y la demanda de transporte en el área conurbada de Monterrey. Se verá cómo los desplazamientos de población, aunado al crecimiento económico, influyeron en la expansión de la mancha urbana que, dada su magnitud, generó una infinidad de asentamientos irregulares, causando a su vez problemas de vivienda, transporte y vialidad, entre otros; problemas que, ante la carencia de regulaciones, se fueron agravando, ya que no se hizo un uso adecuado del área metropolitana y ello provocó que se concentraran un mayor número de rutas de transporte; agravando aún más estos problemas.

Posteriormente, se modelará cómo están contruidos los índices de concentración y monopolio, y las limitaciones que se encontraron para construirlos. Se utilizarán los índices mas usados para medir la concentración y el grado de monopolio; sin embargo, estos índices no están exentos de juicios de valor.

Se debe mencionar, de entrada, que los principales resultados empíricos obtenidos consisten en lo siguiente: se observa una disminución en el índice de concentración y en el índice de monopolio de 1989 a 1993 en las rutas

tradicionales, siendo una de las principales causas la introducción de otras opciones de transporte.

2. Antecedentes: el sistema de transporte urbano en Monterrey

A partir de 1917 se inició en Monterrey el servicio de transportes de pasajeros por medio de autobuses, utilizando las llamadas "Julias" (minibuses), y desde la década de los 30's empiezan a proliferar las empresas de transporte de autobuses urbanos.

A continuación se efectúa una serie de comparaciones históricas sobre los principales aspectos relativos al transporte de pasajeros en el AMM¹ que ha experimentado este servicio.

El número de autobuses que circulaban en 1960 en el AMM era de 490 camiones; más tarde, en 1967 había 636 autobuses de pasajeros prestando el servicio de transporte en el AMM y se recorrían 37 rutas manejadas por 24 empresas.

En 1975 el Sistema de Transporte de Pasajeros era constituido por 27 empresas de transporte, cada una con al menos una ruta; estas empresas controlaban 50 rutas con aproximadamente 1,400 camiones. Las empresas eran:

- 1) Transportes 18 de Febrero, S.A.
- 2) Transportes Urbanos Centro Fundadora Sada, S.A.
- 3) Transportes Urbanos 13 de Noviembre, S.A.
- 4) Tres Mercados, S.A.
- 5) Lazcano, S.A.
- 6) Circulo Azul, S.A.
- 7) Camiones Monterrey, S.A.
- 8) Transportes Urbanos Hospital Civil, S.A.

¹

AMM son las iniciales de Area Metropolitana de Monterrey.

- 9) Transportes Urbanos Carnaza, S.A.
- 10) Transportes Urbanos Centauro, S.A.
- 11) Bernardo Reyes, S.A.
- 12) Transportes Urbanos de Nuevo León, S.A. de C.V.
- 13) Ruta 40, S.A.
- 14) Servicios Urbanos de Pasajeros, S.A.
- 15) Líneas Urbanas del Noreste, S.A.
- 16) Auto Transportes Extranviario, S.A.
- 17) Auto Transportes Urbanos Punta de la Loma
- 18) Transportes Urbanos la Moderna
- 19) Ruta 59, S.A. de C.V.
- 20) Transportes Urbanos Alameda
- 21) Turán, S.A. de C.V.
- 22) Rutas Urbanas de Monterrey, S.A.
- 23) Transportes Urbanos Unión
- 24) Transportes Urbanos del Sur
- 25) Transportes Urbanos Santa Cruz
- 26) Transportes Urbanos Cerro Viejo
- 27) Transportes Urbanos Sultana.

Para el año de 1976 la ciudad contaba con 1207 autobuses, pertenecientes a 42 empresas que daban servicio en 55 rutas. En la actualidad, existen 3,300 unidades, con 120 rutas.

Desde entonces, se han observado cambios que se han dado en lo que se refiere a kilómetros recorridos: las empresas en general han seguido un comportamiento de alargar la ruta para tratar de alcanzar nuevos asentamientos, y en la mayoría de los casos, los recorridos se descomponen en dos o más rutas. No obstante, siguen pasando por las calles del primer cuadro de la ciudad, implicando un mayor congestionamiento en esta área.

Cabe señalar que actualmente las rutas de camiones son administradas tanto por permisionarios (66.43%), como por empresarios (33.57%). Así mismo, el parque vehicular es operado en un 57.3% por los primeros y el restante 42.7% por los empresarios.

En todos estos años, el transporte colectivo ha disminuido su participación en la movilidad urbana. En contrapartida, el automóvil privado ha incrementado su participación en el mercado de transporte en forma complementaria al autobús, correspondiéndole un 38% de la demanda total de viajes del AMM.

En la actualidad, el transporte de personas en el AMM se efectúa a través de camiones, peseras, ecotaxis, metro y automóviles, entre otros; de esto, la contribución de los camiones tanto por su número de unidades como por los viajes que se realizan en ellos es considerable, ya que cubren la mayor parte del área conurbada.

Hacia el año de 1987 (ver cuadro 1), el servicio de transporte urbano de pasajeros era proporcionado por camiones y peseras: en los primeros existían 108 rutas, manteniendo en operación 2,400 unidades, mientras que en los segundos el servicio era proporcionado por 2930 unidades.

Para el año de 1990 (mismo cuadro) el servicio siguió siendo proporcionado por camiones y peseras, y aunque no se tiene información de estas últimas, su servicio es proporcionado principalmente en lugares en donde el acceso a los camiones es limitado. En el caso de los camiones, el número de rutas aumentó a 127, mismas que daban servicio con un total de 2,840 unidades.

Posteriormente para 1993 el número de rutas paso a ser 143, con un parque vehicular de 3,400 lo que representó un incremento de 21% con respecto a 1990 y una tasa de crecimiento anual de 9.4% en relación a 1987.

CUADRO 1
TOTAL DE AUTOBUSES EN SERVICIO EN EL AMM

AÑO	TOTAL DEL PARQUE VEHICULAR	CAMBIO, %
1979	1030	60
1982	1650	45
1987	2400	18
1990	2840	21
1993	3440	

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

En el AMM, las rutas de autobuses de pasajeros operan bajo el sistema de concesiones de los recorridos. El carácter único de la concesión hace de ésta un monopolio. En el caso del transporte colectivo en autobuses, el servicio de referencia es no solamente "el transporte de pasajeros", sino uno más específico: el transporte de pasajeros de un origen a un destino. Si en cualquiera de estos dos puntos en el espacio, el empresario transportista posee la cualidad de ser el único que ofrece el servicio, se concluye que efectivamente es un monopolio.

Obviamente, el carácter de monopolio no se da oblicuamente, ya que para ciertos tipos de viaje puede existir más de una empresa proporcionando el servicio. En estos casos existe competencia, la cual, debe aclararse, no es "ruinosa" en el sentido estricto de la palabra, ya que la tarifa es la misma.

En los casos en que, por las condiciones referidas anteriormente, la concesión le da el carácter de monopolista al empresario, se observa lo siguiente:

- a. Una demanda que, si bien fluctúa marcadamente durante el día, está segura.
- b. Un precio tope impuesto por las autoridades.

El objetivo principal en cualquier empresa privada (monopolio o no), es el de generar utilidades. El empresario se enfrenta a dos alternativas: puede ofrecer un servicio deficiente con mayor rentabilidad; o bien, un servicio

mejor en términos de eficiencia y calidad, pero con escasa rentabilidad. De hecho, lo que se observa para la generalidad de los casos es lo primero.

Los puntos a y b mencionados implican, en primer término, un flujo asegurado de ingresos y, en segundo que éste es aproximadamente constante por periodo de tiempo. Ante tal situación, la opción seleccionada por el empresario es la que le permite abatir costos unitarios. Este comportamiento, se traduce en la puesta en circulación del menor número posible de autobuses, y la mínima canalización posible de fondos para el mantenimiento y limpieza de los mismos. De esta manera obtiene la máxima utilidad posible, o bien la mínima pérdida.

Ahora bien, puede existir, y de hecho existen, empresas que ofrezcan un servicio más eficiente y de mejor calidad que otras. Esto puede explicarse en base a una mayor intensidad de demanda, y/o una escala de operación más alta que permita la reducción de los costos medios.

Las economías a escala se definen como la disminución relativa de los costos medios conforme se incrementa la escala de operación. En el contexto de los transportistas, se pueden aprovechar a través de la adquisición de refacciones, lubricantes e incluso autobuses a un costo medio menor (disminución del costo variable medio) y la distribución entre un mayor número de unidades de depreciación y además de elementos de costos fijos. La prueba del sobreviviente se basa en el supuesto de que una industria madura, ha alcanzado costos bajos que eliminan a las empresas con costos altos. Así, si uno se encuentra en una industria sólo con empresas grandes, entonces se puede decir que existen economías a escala; no obstante, si se encuentran empresas de todo tamaño en la industria, se puede decir que en esa industria hay economías constantes a escala (como aproximación).

3. Panorama general de la oferta y la demanda del transporte en el AMM

3.1 Demanda de transporte urbano

Actualmente, el área conurbada de Monterrey concentra el 84% de la población del Estado de Nuevo León. Esta concentración de población se deriva del desarrollo económico de algunas décadas que, al mismo tiempo, ha generado una creciente demanda de servicios de transporte.

El sistema de transporte urbano da hoy servicio a una población de 2'850,096 habitantes en el AMM, mismos que de acuerdo a la clasificación que se tiene, se encuentran distribuidos en un total de 15 distritos (cuadro 2) que comprenden toda el área metropolitana y que a su vez no muestra uniformidad en su distribución, debido a que los asentamientos poblacionales son distintos entre cada distrito.

CUADRO 2
SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO (AUTOBUS) EN CADA DISTRITO
EN EL AMM

Distrito	Número de Rutas	Unidades	Habitantes	Habitantes/Unidad
1	120	3,217	44,548	14
2	91	2,627	136,179	52
3	72	1,887	120,020	64
4	39	1,057	300,468	284
5	9	238	93,619	393
6	15	435	219,480	505
7	31	1,123	74,839	67
8	20	620	340,364	549
9	21	646	152,896	237
10	14	291	143,320	493
11	40	933	319,515	342
12	9	233	94,442	405
13	37	952	386,192	406
14	26	758	222,685	294
15	37	1,022	201,529	197

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

Mediante diversos estudios, se estima que un millón de personas realiza viajes en forma cotidiana. Por viaje se entiende un movimiento de por lo menos 500 metros de distancia entre el origen y el destino final. En cuanto al número total de viajes diarios, éste se calcula en 5.5 millones, de los cuales un millón se constituyen en transbordos. Se ha encontrado además, que del total de viajes, el 60% se realiza en el sistema de transporte colectivo.

Los porcentajes que se presentan en el cuadro 3 revelan la elección de los consumidores por el autobús urbano de pasajeros; estas participaciones han tenido una marcada tendencia hacia la baja.

CUADRO 3
PARTICIPACION EN EL USO DE CAMIONES URBANOS EN EL AMM

AÑO	PARTICIPACION EN EL USO DE CAMIONES, %
1989	49.5
1991	45.2
1993	44.7 ²

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.
 Encuestas de Origen-Destino, 1989, 1991 y 1993.

Los distritos que sobresalen por tener un mayor número de viajes en automóvil son el 1, con el 71.43%, y el 5, con el 70.31% (cuadro 4). Con respecto a este último distrito, su alta incidencia puede ser debido a que es un asentamiento de estrato socioeconómico medio y alto, lo cual es característico en quienes usan automóvil.

Por otra parte, el uso de medios colectivos de transporte, como el camión, tiene una mayor incidencia en aquellos distritos en donde existe un desbordamiento de población y que en su mayoría están constituidos por estratos medios y bajos, como son los distritos 3, 4, 6, 8, 10 y 14.

Del total de viajeros en el sistema de autobuses, el 42.5% pertenece al estrato socioeconómico medio-bajo inferior, es decir, personas que tienen ingresos diarios iguales o menores al 1.5 salarios mínimos.

² A partir de 1993 se divide en camión local y camión foráneo, cuyas participaciones son:
 camión local 43.8%
 camión foráneo 0.9%.

CUADRO 4
PARTICIPACION DE TRANSPORTE POR DISTRITO

Distrito	Habitantes	% Automóvil	% Colectivo	% Otros
1	44,548	71.43	28.57	0
2	136,179	35.46	38.32	26.22
3	120,020	27.82	47.59	24.6
4	300,468	27.24	43.99	28.77
5	93,619	70.31	17.37	12.32
6	219,480	19.58	51.34	29.08
7	74,839	42.14	27.98	29.88
8	340,364	26.42	43.61	29.97
9	152,896	33.12	45.07	21.8
10	143,320	15.13	53.11	31.76
11	319,515	41.8	38.74	19.46
12	94,442	37.63	37.98	24.39
13	386,192	31.97	38.12	29.91
14	222,685	22.09	48.06	29.84
15	201,529	28.42	44.11	27.47

Fuente: Encuesta Origen-Destino (1993), Consejo Estatal del Transporte.

Los viajes en el AMM se producen y tienen como destino algunos de los sectores de la misma. Existen de la misma manera, viajes que se califican de internos o intrazonales para identificar aquellos viajes que no salen de las fronteras de cada sector en particular.

A los sectores³ del 1 al 6, que se encuentran alrededor de Monterrey, se les ha nombrado sectores periféricos; los viajes que tienen lugar entre estos sectores periféricos, es decir viajes en el sistema de autobuses que no tienen como destino Monterrey, son calculados en 1.1 millones de viajes por día. Otra cantidad de viajes importantes es la de los intrazonales, que tienen como destino algún punto dentro de un mismo distrito; el valor calculado es de 1.2 millones de este tipo de viajes por día.

³ La metrópoli de Monterrey, está estructurada por un núcleo central y seis sectores periféricos:

- 1 Santa Catarina
- 2 San Bernabé
- 3 Escobedo-San Nicolás
- 4 Apodaca
- 5 Guadalupe
- 6 Sur de Monterrey
- 7 Monterrey.

Debido a la alta concentración de la actividad económica en el AMM, la otra importante cantidad de viajes, tienen como destino a Monterrey, y como origen el resto de la Metrópoli; así, se calcula que el 34 % de la movilidad es atraída por el centro de Monterrey.

No obstante; los factores de demanda por sí solos no explican la alta participación del transporte público urbano en el mercado, ya que el transportista no tiene la capacidad de incrementar las tarifas. Entonces, para una tarifa dada, el prestador del servicio debe calibrar el número de unidades que le es rentable mantener, y el pasajero pagará la diferencia en costos a través del tiempo de espera y de la comodidad recibida.

3.2 Oferta de transporte en el AMM

Hasta 1940, el AMM se circunscribía únicamente a lo que se conoce como primer y segundo cuadro, principalmente del municipio de Monterrey, albergando una población de 190,074 habitantes. Posteriormente, a la expansión de la mancha urbana se integran los municipios de Guadalupe y San Nicolás de los Garza, para sumar una población de 352,664 habitantes en 1950; más tarde, la mancha urbana integró a los municipios de San Pedro Garza García, Apodaca, Santa Catarina y General Escobedo, con lo cual el AMM llegó a 716,482 habitantes; finalmente, en 1990 la población de estos municipios ha llegado a alrededor de 2,532,349 habitantes.

Estos desplazamientos de población, aunados al crecimiento económico, influyeron en la expansión de la mancha urbana que, dada su magnitud, generó una infinidad de asentamientos irregulares, causando problemas de vivienda, transporte y vialidad entre otros, problemas que ante la carencia de regulaciones se fueron agravando.

La cobertura de los servicios de autobuses en el área conurbada es de 71.64% del área total, lo que equivale a 28,604.67 Has.; tomando lo anterior como referencia y de acuerdo a la clasificación por distritos, se tiene que la cobertura al interior de los distritos es entre 28.44% y el 100%. En el distrito 1 (Cuadro 5) se concentra la mayor parte de las actividades comerciales, de servicios y la mayoría de las oficinas del Gobierno Estatal. Esto ha llevado a que las rutas de camiones que convergen a dicha área cubran el 100% de la misma; a su vez, el servicio de transporte en este distrito es proporcionado por el 83.92% de las rutas existentes. El distrito 2 proporciona el 63.64% de las rutas de camiones, mismas que cubren el 91.4% del área total del mismo. El distrito 3 es cubierto por el 50% de las rutas, las cuales cubren el 89.53 % de la superficie total del distrito. Se

puede apreciar en este cuadro una gran dispersión de los servicios prestados por las rutas, además de una fuerte desproporción en cuanto a cobertura; existen también serios problemas de territorialidad en donde únicamente dan servicio rutas pertenecientes a permisionarios.

CUADRO 5
SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO (AUTOBUS) EN CADA DISTRITO
EN EL AMM

Distrito	Area Total (Has.)	Area de Cobertura (Has.)	Porcentaje (Cobertura/Area Total)
1	750.8	750.8	100
2	2,043.71	1,868.00	91.4
3	1,754.49	1,570.80	89.53
4	3,669.49	2,764.00	75.33
5	3,663.36	1,042.00	28.44
6	3,157.73	2,137.60	67.69
7	1,385.13	1,044.80	75.43
8	2,734.59	1,997.60	73.05
9	1,147.82	899.2	78.24
10	2,659.96	1,817.20	68.32
11	4,410.31	3,406.00	77.23
12	1,889.53	1,269.20	67.17
13	5,063.62	3,878.80	76.6
14	3,339.51	2,573.47	76.38
15	2,230.30	1,585.20	71.08
Total	39,930.10	28,604.67	71.64

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

Ante estos problemas, el Gobierno del Estado puso en marcha, en 1991, un programa de Reestructuración del Transporte Urbano, el cual ha incluido la línea uno y dos del metro, renovación de unidades de transporte urbano, la puesta en operación del sistema de ecotaxis y el Sistema de Rutas Periféricas.

SISTEMA METRO. Inició sus operaciones en abril de 1991 cubriendo una longitud de 17.5 Km. Une a su vez a dos municipios (Monterrey y Guadalupe), además de tener 17 estaciones ubicadas, en la mayoría de los casos, en vías de importancia, lo cual lo ha colocado como un servicio de transporte no solo rápido y de gran capacidad, sino competitivo con respecto a otros medios, como el caso del sistema bajo análisis (camiones). Sin embargo su longitud no se extiende hacia zonas con densidades de población alta, lo cual sólo beneficiaría algunos distritos en los que existen escasa oferta de camiones. Con la construcción de la línea dos del metro,

estas dos líneas se complementarán, lo que probablemente provocará en unos cuantos años una severa reducción en la demanda de camiones, pero actualmente esto no ha ocurrido todavía.

RENOVACION DE UNIDADES DE TRANSPORTE URBANO. Con ello, a la fecha aproximadamente el 60% de los camiones que circulan no sobrepasan los 5 años de antigüedad, aminorándose así un poco los problemas de contaminación. No obstante, aún el 20% de los autobuses en circulación se encuentran en condiciones de comodidad, higiene y seguridad tales que deben ser remplazados.

RUTAS PERIFERICAS. El Sistema de Transporte Urbano del Area Metropolitana de Monterrey operaba hasta hace poco en forma tradicional, es decir, las rutas existentes (rutas radiales) funcionaban uniendo un punto de la periferia con el centro de la ciudad y éste con la periferia, por lo que para poder llegar de un extremo de la ciudad a otro había que ir necesariamente al centro. El sistema generaba, por supuesto, algunos problemas, entre los cuales se destacan el número de transbordos, los costos de transbordo y el tiempo de viaje, además de los problemas de vialidad.

Ante esta situación y dentro del marco de reestructuración del transporte, se creó un servicio directo para eliminar los problemas anteriormente citados en el sistema.

Se ideó el Sistema de Rutas Periféricas como un modo de transporte alternativo para la población del AMM, generando con ello cambios significativos en la conducta de viaje de los usuarios, así como un ahorro de tiempo en los desplazamientos una y menor proporción del ingreso destinado al transporte.

A diferencia del Sistema Radial, las Rutas Periféricas recorren una distancia mayor, dado que unen puntos extremos de la ciudad, recorriendo calles y avenidas con menor congestionamiento.

El proyecto de rutas periféricas pretende resolver los problemas de movilidad para aquellos usuarios que no tienen como destino el primer cuadro de la ciudad, pero que la red actual de rutas obliga a la utilización de uno o más transbordos en el primer cuadro.

Las rutas Periféricas se distinguen por el hecho de haber creado corredores de oferta que no existían, principalmente establecidos en vías de acceso rápidas, uniendo puntos extremos de la ciudad (específicamente zonas de

alta densidad de población), además de proporcionar servicios en donde existían núcleos industriales y educativos, por mencionar algunos.

Según estudios del CET⁴, la estructura de demanda de rutas en el AMM, en 1993, era de la siguiente manera.

CUADRO 6
COMPOSICION DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE
POR AUTOBUSES EN EL AMM

TIPO DE RUTA	%
RUTA RADIAL	86.60%
RUTA PERIFERICA	13.40%

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

AUTOMOVILES. En 1991, en el área metropolitana el número de automóviles ascendía a 452,437. El mayor número de automóviles se encuentra localizado en la ciudad de Monterrey con un total de 330,519 (cuadro 7).

CUADRO 7
VEHICULOS PROMEDIO POR VIVIENDA EN EL AMM

Municipio	Automóviles Particulares ⁵	Viviendas	Vehículos promedio por Vivienda
Monterrey (Distritos 1,2,3,4,7,8 y 9)	330,519	227,076	1.46
Apodaca (Distrito 12)	5,045	13,824	0.36
Guadalupe (Distritos 13, 14 y 15)	33,788	106,279	0.32
Santa Catarina (Distrito 6)	7,881	36,766	0.21
San Pedro Garza García (Distrito 5)	33,017	14,987	2.2
Escobedo (Distrito 10)	3,071	21,396	0.14
San Nicolas de los Garza (Distritos 11 y 13)	39,156	94,542	0.41

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

La nueva fisonomía de la ciudad, al pasar de un núcleo urbano de media escala a una metrópoli de casi 3 millones de habitantes, con su concomitante aumento en el nivel de ingreso, se ha visto traducida en un vertiginoso crecimiento en la cantidad de vehículos.

⁵ Los valores presentados del número de automóviles particulares corresponden al aforo de 1991, esto es, anterior a la regularización vehicular en el Area Metropolitana de Monterrey.

CUADRO 8
AUTOMOVILES POR HOGAR EN EL AMM

NUMERO DE VEHICULOS	1989	1991	1993
0	56.2	55.3	47.5
1	29.5	31.9	34.3
2	10.3	10.1	12.2
3 o más	3.9	2.8	6

Fuente: Reporte de Modal Split Metropolitano.

El índice de posesión de automóviles por hogar ha crecido en términos reales, en parte, debido al efecto positivo de la desregulación de tenencias de automóviles extranjeros.

Los datos de la investigación de unidades familiares indican que el 53% de las familias del AMM poseen uno o más vehículos; el porcentaje de las familias que no tienen vehículos ha mostrado una notable caída de 1989 a 1993: aproximadamente de 57 % a 47% (cuadro 8).

4. Construcción de los índices

En esta sección se describe la estructura de los índices de concentración y de monopolio.

4.1 Participación en el mercado

Para una industria dada, definida como un conjunto de empresas que producen un mismo bien, un índice de concentración caracteriza a esta industria sobre la base del número de empresas n y de la distribución de su mayor o menor participación en el mercado $m=(m_1,...,m_n)$.

Para la construcción de los índices fueron tomadas sólo las rutas que aparecen en los 3 años a analizar (cuadro 9 y 10), por lo tanto, fueron excluidas las rutas que actualmente no existen, así como las rutas nuevas; se procedió de esta manera con el fin de comparar los índices de concentración y monopolio en estos períodos. También fueron excluidas las rutas que

existían en los tres periodos, pero que por alguna razón no fueron reportadas al CET en algún año.

CUADRO 9
VOLUMEN DE PASAJEROS POR RUTA
EN EL AMM

Número de Ruta	Aforo de Rutas Radiales	Unidades en Servicio por Ruta	Pasajeros por Ruta al día	Unidad por Ruta	Pasajeros por Ruta al día	Unidad por Ruta	Pasajeros por Ruta al día
	1989	1989	1989	1991	1991	1993	1993
1 CIRCUNVALACION	1050	16	16800	16	16800	18	18900
1 CENTRAL	1210	38	45980	44	53240	34	41140
1 DIRECTO	1182	37	43734	42	49644	28	33096
2	1261	75	94575	74	93314	40	50440
3 LARGA	1520	65	98800	52	79040	46	69920
3 AZTECA	1709	15	25635	9	15381	18	30762
4	1355	22	29810	20	27100	20	27100
5 ESTANZUELA	831	26	21606	19	15789	20	16620
7 PASTORA	723	15	10845	13	9399	12	8676
7 ESCOBEDO	1000	18	18000	5	5000	16	16000
8	1192	30	35780	37	44104	38	45296
9 FOME 35	1351	36	48636	38	51338	28	37828
9 FOME 1	1054	28	29512	25	26350	22	23188
10	791	16	12656	28	22148	10	7910
11 BERNABE	1082	38	41116	40	43280	19	20558
12 PLANTA	882	33	29106	24	21168	16	14112
15 MACROPLAZA	994	7	6958	3	2982	6	5864
17 PIO X	1617	22	35574	33	53361	20	32340
17 SANTUARIO	1334	20	26680	19	25348	14	18876
18	1291	22	28402	21	27111	21	27111
21	1230	88	108240	74	91020	59	72570
23 CUMBRES	1257	7	8799	7	8799	10	12570
23 CEDROS	1365	48	65520	54	73710	46	62790
25	1131	42	47502	53	59943	44	49764
29	1098	11	12078	10	10980	11	12078
31	1000	12	12000	16	16000	29	29000
34	1411	16	22576	11	15521	14	19754
35 1ER. SECT. LINCOLN	948	38	36024	36	34128	27	25596
35 1ER SECT. R. CORTINEZ	1042	43	44806	35	36470	28	29176
37	985	47	46295	36	35460	23	22655
39	1037	60	62220	74	76738	46	47702
42 REALITO	779	24	18696	21	16359	22	17138
46	955	35	33425	24	22920	16	15280
50 MAS PALOMAS	893	20	17860	18	16074	12	10716
52 NOGALAR	705	8	5640	5	3525	2	1410
52 ABASTOS	794	11	8734	6	4764	6	4764
55 FOME 9 Y 36	1018	36	36648	21	21378	21	21378
64	842	10	8420	7	5894	14	11788
65	872	18	15696	14	12208	14	12208
67	1198	26	31148	27	32346	26	31148
69	1328	20	26560	13	17264	17	22576
70	1438	44	63272	43	61834	35	50330
71 3 CAMINOS	1016	27	27432	28	28448	19	19304
72 XOCHIMILCO	795	16	12720	22	17490	26	20870
73 T. PROPIA	821	27	22167	21	17241	21	17241
77 VILLAGRAN	574	19	10906	14	8036	4	2296
77 CENTRO	815	20	16300	12	9780	16	13040
80	800	18	14400	10	8000	16	12800
81 SAN ROQUE(P.LIVAS)	904	8	7232	9	8136	15	13560
81 T. PROPIA (MDO. COLON)	931	24	22344	25	23275	12	11172
82	1124	34	38216	32	35968	32	35968

(Continúa)

CUADRO 9 (Continuación)
VOLUMEN DE PASAJEROS POR RUTA
EN EL AMM

Número de Ruta	Aforo de Rutas Radiales	Unidades en Servicio por Ruta	Pasajeros por Ruta al día	Unidad por Ruta	Pasajeros por Ruta al día	Unidad por Ruta	Pasajeros por Ruta al día
	1989	1989	1989	1991	1991	1993	1993
83 EBANITOS	1000	20	20000	23	23000	14	14000
83 R. VIEJO(JUAREZ)	1000	25	25000	2	2000	15	15000
85 R. VIEJO	749	16	11984	15	11235	20	14980
85 T. PROPIA	1035	12	12420	16	16580	22	22770
85 V. OLIMPICA	794	20	15880	17	13498	13	10322
86 NOGALAR	1167	16	18672	21	24507	9	10503
89 TAMAULIPAS	880	21	18480	11	9680	21	18480
89 STA. CRUZ	639	13	8307	9	5751	21	13419
89 V. DE JUAREZ	765	25	19125	11	8415	17	13005
95 SAN ANGEL	1184	22	26048	12	14208	21	24864
97 SATELITE	1169	22	25718	15	17535	21	24549
100	961	12	11532	28	26908	14	13454
103 V. SOLEADO	673	23	15479	16	10768	18	12114
105 APODACA	1259	17	21403	10	12590	8	10072
105 P. NUEVO	1312	24	31488	19	24928	20	26240
108 L. VISTA	924	16	14784	13	12012	12	11088
108 EXPO	900	14	12600	19	17100	9	8100
110	984	25	24600	33	32472	23	22632
112 LA REPUBLICA	1016	12	12192	10	10160	12	12192
113 CANTERAS	1186	25	29650	19	22534	19	22534
114 BUROCRATAS	807	13	10491	9	7263	12	9684
115 S. VENTANA	1337	20	26740	17	22729	21	28077
117 DIRECTO	934	29	27086	21	19614	21	19614
117 V. LABORAL	1011	8	8088	18	18198	17	17187
117 V. GUERRERO	996	14	13944	14	13944	14	13944
118 ECHEVERRIA (HIDALGO)	919	30	27570	17	15623	11	10109
118 SECUNDARIA (HIDALGO)	702	10	7020	8	5616	9	6318
122 MIXCOAC	793	10	7930	7	5551	5	3965
122 NORIA	1087	17	18139	21	22407	14	14938
122 ESTANCIA	900	20	18000	14	12600	8	7200
122 SADA VIDRIO	1015	11	11165	13	13195	10	10150
122 P. NUEVO	970	14	13580	7	6790	25	24250
124 MEZQUITAL	1000	18	18000	19	19000	21	21000
125 HUINALA	816	43	35088	30	24480	33	28928
128 INDECO (HIDALGO)	1001	21	21021	20	20020	4	4004
129 NUEVO AMANECER	1186	14	16804	16	18976	11	13046
129 FRESNOS	1097	18	19746	6	6582	12	13164
129 SANTO DOMINGO	1043	25	26075	17	17731	20	20860
131 CENTRO	1293	17	21981	17	21981	10	12930
131 VILLAGRAN	919	21	19299	10	9190	11	10109
134 TELEFONOS(PUENTES)	1181	14	16534	24	28344	13	15353
TOTAL	95119		2363524		2157299		1897227

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

CUADRO 11
ASIGNACION DE RUTAS PERIFERICAS EN EL AMM

EMPRESARIOS	RUTA ASIGNADA		Destino	Total de Rutas Asignadas
	Número	Origen		
Hernán Martínez Garza	204	San Bernabé	San Pedro	3
	206	San Bernabé	Punta de la Loma	
	215	Guadalupe	Penitenciaría	
Juan M. González Martínez	205	San Bernabé	La Fe	2
	208	Escobedo	San Rafael	
José J. Martínez Chávez	207	Escobedo	Penitenciaría	1
Abelardo Martínez G.	202	Santa Catarina	Guadalupe	1
Felix Lazcano Elizondo	214	Guadalupe	San Pedro	1

PERMISIONARIOS	RUTA ASIGNADA		Destino	Total de Rutas Asignadas
	Número	Origen		
C.T.M.-F.E.A.T. Representante: Juan Cuspinera Perez	213	Apodaca	Guadalupe	4
	201	Santa Catarina	San Nicolás	
	212	Apodaca	"Y" Griega	
	210	Apodaca	Exposición	
C.T.M.-SNAT Representante: René Alvarez	209	Escobedo	Punta de La Loma	2
	203	Santa Catarina	Punta de La Loma	
C.T.M.-GUADALUPE Representante: Ismael Flores	216	Guadalupe	San Nicolás	1
C.R.O.C. Representante: Agustín Serna Servín	201	Encarnación	Punta de La Loma	1

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

4.2 Índices de concentración

El grado de concentración es un medio de expresión de la naturaleza oligopolística del mercado. Existen varios índices que miden la concentración. El más común es el de Herfindahl, que se define como:

$$H = \sum m_i^2$$

donde m_i es la participación en el mercado de la empresa i , y donde la sumatoria de m_i es igual a uno.

Varias propiedades se satisfacen con esta definición: por ejemplo, la concentración debe aumentar si la participación del mercado de una empresa crece a expensas de la de una empresa menor (principio de transferencia), y una fusión debería también aumentar la concentración.

Una observación importante, es que esta medida de concentración (índice de Herfindahl) le da un peso proporcionalmente más alto a las empresas grandes, por lo tanto, esta medida amplifica la importancia de estas empresas.

Existen otras medidas de concentración; por ejemplo, la propuesta por Theil (1967), expresada de la siguiente manera:

$$E = \sum m_i \ln(1/m_i) = - \sum m_i \ln(m_i).$$

Para una distribución igual de participación de mercado, $E = \ln(n)$. Cuando existe una situación de monopolio, $E = 0$.

Sin embargo, la medida propuesta por Theil reduce la importancia de las empresas grandes. Los índices de concentración han sido analizados como instrumentos de medida que difieren sólo por sus propiedades estadísticas; por lo tanto, la elección de un índice de concentración particular implica, en cierto modo, un juicio de valor.

4.3 Índice de poder monopolico

El índice de poder monopolico de Lerner, λ_i , para la empresa i , es el margen entre el precio de equilibrio, P , y el costo marginal, CM , de la empresa i .

$$\mathcal{L}_i = (P - CM_i) / P.$$

Si suponemos un equilibrio de Nash, cada empresa conoce la demanda de mercado y las funciones de costos de todas las empresas, y las empresas no pueden establecer acuerdos vinculantes.

Si los transportistas siguieran un comportamiento de tipo Cournot, entonces implicaría que una empresa cree que un cambio en su producción no tiene efecto sobre la cantidad que sus competidores desean producir, o bien que cada empresa ha sido convencida por sus competidores que sin importar lo que se haga, ellos no cambiarán su producción. Si esto se cumple entonces:

$$\mathcal{L}_i = m_i / -\varepsilon$$

donde ε es la elasticidad de la demanda que enfrenta la empresa. Esta relación muestra que cuanto más alta sea la participación en el mercado de la empresa i , más alto será su grado de monopolio. Pero también muestra que una cuota de mercado significativa puede corresponder a una total falta de poder monopolístico (precio igual a coste marginal) cuando la elasticidad de la demanda tiende a infinito.

Con la finalidad de encontrar una relación entre el poder monopolístico y la concentración, se agregan los índices individuales de Lerner.

$$\mathcal{L} = \sum m_i \mathcal{L}_i,$$

donde $\mathcal{L}$ es una medida aritmética de los grados individuales de monopolio ponderados por sus respectivas cuotas de mercado. Suponiendo un comportamiento de tipo Cournot, entonces ésto implicaría que:

$$\mathcal{L} = H / \varepsilon,$$

donde H es la medida de concentración industrial de Herfindahl.

Para medir el grado de monopolio, en el estudio se utilizará el costo por unidad, CMe , que será homogéneo para todas las rutas que utiliza el CET conjuntamente con el Gobierno del Estado para determinar la tarifa que ha de establecerse en cierto tiempo.

Se supondrá que todas las rutas poseen el mismo costo por unidad (se tendrán dos costos medios, CMe rutas radiales y CMe rutas periféricas; dos tarifas, general y para estudiantes, que serán ponderadas en un solo promedio; y los precios de viaje en las rutas radiales y en las rutas periféricas).

En 1989, los costos por unidad se calculaban de manera diferente a como se calculan actualmente: la estructura de costos se componía de la siguiente manera:

CUADRO 12
SISTEMA DE AUTOBUSES URBANOS DE PASAJEROS EN EL AMM
COSTO DIARIO POR UNIDAD 1989
EN NUEVOS PESOS
(RUTAS RADIALES)

CONCEPTO	COSTO POR UNIDAD EN 1989	%
Combustible	68.48	26.52
Sueldos y Prestaciones	106.26	41.14
Administración	3.44	1.33
Llantas	11.820	4.58
Lubricantes	5.93	2.30
Mantenimiento	24.94	9.66
Depreciación	36.63	14.18
Gastos Varios	0.776	0.30
TOTAL	258.29	100.00

Fuente: Consejo Estatal de Transporte.

Desde 1990, los costos se dividen en costos de operación y costos de administración, como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 13
SISTEMA DE AUTOBUSES URBANOS DE PASAJEROS EN EL AMM
COSTO DIARIO POR UNIDAD 1991 Y 1993
EN NUEVOS PESOS
(RUTAS RADIALES)

COSTOS DE OPERACION	1991	1993
Salarios	146.97	180.27
Depreciación	46.65	73.58
Mantenimiento	54.58	61.49
Lubricantes	13	19.32
Llantas	22.92	33.03
Combustible	110.8	150.84
Sub Total	394.1	518.53
GASTOS ADMINISTRATIVOS		
Sueldos	67.47	72.2
Gastos Base	28.01	34.8
Gastos Varios	11.16	13.86
Imp. al Activo		6.3
Seguro de Resp. Civil		1.63
Tenencia		1.34
Sub Total	106.65	130.13
Total	613.8	648.66

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

Las rutas periféricas entran en operación hasta 1993 (Cuadro 14), por lo tanto sólo se calculará el índice de concentración y grado de monopolio para esta fecha. La estructura de costos para las rutas periféricas es:

CUADRO 14
SISTEMA DE AUTOBUSES URBANOS DE PASAJEROS EN EL AMM
COSTO DIARIO POR UNIDAD
EN NUEVOS PESOS
(RUTAS PERIFERICAS)

COSTOS DE OPERACION	1993
Salarios	180.27
Depreciación	73.58
Mantenimiento	72
Lubricantes	20.25
Llantas	33.65
Combustible	181.8
Sub Total	561.55
 GASTOS ADMINISTRATIVOS	
Sueldos	72.2
Gastos Base	34.81
Gastos Varios	13.86
Imp. al Activo	6.3
Seguro de Resp. Civil	1.63
Tenencia	1.34
Sub Total	130.14
 Total	691.69

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

La estructura de costos entre rutas periféricas y las rutas radiales mantiene una diferencia significativa, ya que las rutas periféricas recorren aproximadamente 20% más de distancia por día para una mayor velocidad de operación que las rutas radiales.

TARIFA

Los transportistas han mantenido y mantendrán en operación la cantidad de unidades que, en virtud de la demanda de cada ruta, les produzca una rentabilidad máxima para un nivel dado de tarifa. Se maneja una estructura de costos de operación-productividad en base a un promedio general de 1000 pasajeros por unidad al día.

En este estudio se calculó la tarifa ponderada para cada uno de los años. Para las rutas radiales, en 1989 la tarifa ponderada era de N\$ 0.37, en 1991 era N\$ 0.61 y de N\$0.79 en 1993.

Para la rutas periféricas se utilizó una tarifa ponderada de 0.83; ya que este tipo de rutas incurren en mayores costos, pues recorren distancias mayores.

Por ejemplo, como la participación del número de pasajeros en 1993 era de 80% pagando tarifa ordinaria y 20 % estudiantil (o preferencial) y se estimaba que el número de pasajeros promedio diarios en las rutas era de 1000, entonces se calcula un promedio de pasajeros por participación en la demanda de 800 y 200 pasajeros respectivamente.

La tarifa ordinaria en ese entonces era de N\$ 0.85 y la tarifa preferencial era de N\$ 0.55, por lo que la de tarifa ponderada se obtiene de la siguiente manera:

$$\begin{array}{rcl} \text{Ingreso Promedio Diario:} & (0.85)(800) = & \text{N\$ 680.0} \\ & \underline{(0.55)(200) =} & \underline{\text{N\$ 110.0}} \\ & & \text{N\$ 790.0} \end{array}$$

Por lo tanto, la tarifa ponderada es :

$$\frac{\text{Ingreso}}{\text{Núm. Pasajeros}} = \frac{790.0}{1000} = 0.79$$

Suponiendo un mismo CMe por unidad para todos los propietarios, el Índice de Lerner para el Sistema de Autobuses Urbanos de pasajeros se calculó como:

$$\frac{\text{TARIFA PONDERADA} - \text{CME}}{\text{TARIFA PONDERADA}}$$

5. Resultados

En esta sección se presentan los resultados de la investigación del Sistema de Autobuses Urbanos de pasajeros en el AMM. La presentación se divide en dos partes, una destinada exclusivamente a las rutas radiales y otra en que se tratará por separado a las rutas periféricas.

5.1 Rutas radiales

En el cuadro 15 se muestra la participación del mercado de los diferentes dueños (o representantes en su caso) de rutas radiales para los años de 1989, 1991 y 1993. Entre los concesionarios que más destacan son: el representante III (empresario Alfonso Quiroga Díaz) y el representante IV

(permisionarios CTM-FEAT), ya que éstos producen aproximadamente la mitad de los viajes en los tres años analizados.

CUADRO 15
PARTICIPACION EN EL MERCADO
(RUTAS RADIALES)

Representante ⁷	Pasajeros Diarios 1989	mi	Pasajeros Diarios 1991	mi	Pasajeros Diarios 1993	mi
I	118344	0.050070996	100114	0.046407104	110508	0.058247115
II	180370	0.076314012	208702	0.096742269	152363	0.08030826
III	574705	0.243155982	573339	0.265767054	429143	0.228194862
IV	575287	0.243402225	492646	0.228362411	460438	0.242889989
V	143765	0.060826545	132337	0.061343838	117598	0.061984148
VI	220685	0.093371169	220055	0.102004868	198550	0.104652738
VII	82222	0.034787885	80448	0.037291076	63670	0.033559506
VIII	22576	0.009551839	15521	0.007194645	19754	0.010412038
IX	135704	0.05741596	115282	0.053438119	98634	0.051988507
X	149285	0.063162041	107584	0.049860497	121190	0.063877438
XI	35088	0.014845629	24480	0.011347523	26928	0.014193346
XII	125493	0.053095716	86811	0.040240597	98451	0.051892051
Total	2363524	1	2157299	1	1897227	1

Fuente: Cálculos propios con información del CET.

Como se mencionó, el índice de Herfindahl es una herramienta utilizada para medir la concentración; aplicado a los datos, se obtiene un considerable descenso de 1991 a 1993, cuando fue 0.1569 y 0.1456 respectivamente (cuadro 16).

- ⁷ Representante:
- I. Abelardo Martínez García
 - II. Félix Lazcano Elizondo
 - III. Alfonso Quiroga Díaz
 - IV. C.T.M.-F.E.A.T.
 - V. Juan Manuel González Martínez
 - VI. C.T.M.-S.N.A.T.

- VII. José Juan Martínez Chavez
- VIII. Jesús Vargas Elizondo
- IX. Hernán Martínez Garza
- X. C.T.M.-Guadalupe
- XI. Javier Treviño
- XII. C.R.O.C.

CUADRO 16
INDICE DE CONCENTRACION
DE HERFINDAHL
(RUTAS RADIALES)

Representante	1989	1991	1993
I	0.002507105	0.002153619	0.003392726
II	0.005823828	0.009359067	0.006449417
III	0.059124832	0.070632127	0.051164116
IV	0.059244643	0.052149391	0.058898431
V	0.003699869	0.003763066	0.003842035
VI	0.008718175	0.010404993	0.010952196
VII	0.001210197	0.001390624	0.00112624
VIII	9.12376E-05	5.17629E-05	0.000108411
IX	0.003296592	0.002855633	0.002702805
X	0.003989443	0.002486069	0.004080327
XI	0.000220393	0.000128766	0.000201451
XII	0.002819155	0.001619306	0.002692785
Total	0.15074547	0.156994424	0.145610939

Fuente: Cálculos propios con información del CET.

Para comparar los resultados obtenidos por el índice de Herfindahl se contrastó con la medida de concentración que se obtiene por el índice de Theil, este índice como se mencionó anteriormente pondera menos a las empresas grandes. En el cuadro 17 se exponen los resultados que produce el índice de Theil, siendo éstos muy similares en naturaleza a los que usan la definición de Herfindahl: de 1989 a 1991 se presenta un incremento de -2.144 a -2.106 respectivamente; no obstante, en 1993 se presenta un notable descenso: el índice llega hasta -2.163.

CUADRO 17
INDICE DE CONCENTRACION
DE THEIL
(RUTAS RADIALES)

Representante	1989	1991	1993
I	-0.149928348	-0.142483863	-0.165600102
II	-0.196348239	-0.225961459	-0.202528077
III	-0.343835325	-0.352177305	-0.336206701
IV	-0.343937104	-0.337250495	-0.343641938
V	-0.170297886	-0.171226674	-0.172370318
VI	-0.221399233	-0.232850123	-0.236212532
VII	-0.11683471	-0.122650471	-0.11391557
VIII	-0.044425847	-0.035501431	-0.047528833
IX	-0.164062317	-0.15653261	-0.15371612
X	-0.174456867	-0.149508106	-0.175713398
XI	-0.062500866	-0.050822807	-0.06039248
XII	-0.155870934	-0.129288262	-0.153527334
Total	-2.143897677	-2.106253607	-2.161353404

Fuente: Cálculos propios con información del CET.

En el cuadro 18 se muestran los resultados que produce la medida de poder monopólico utilizada en la investigación (el índice de Lerner), para los datos de rutas radiales (o tradicionales)

CUADRO 18
INDICES DE PODER MONOPOLICO
INDICE LERNER
(RUTAS RADIALES)

Representante	1989		1991		1993	
	Li	Limi	Li	Limi	Li	Limi
I	0.40345963	0.020201625	0.301707066	0.014001351	0.298334808	0.017377142
II	0.473888299	0.036162791	0.384125421	0.037161165	0.381151185	0.030809589
III	0.369639665	0.089880096	0.262118391	0.069662433	0.258554948	0.058483801
IV	0.306091908	0.074503451	0.187731221	0.042870754	0.183808541	0.044608493
V	0.263304571	0.016015907	0.137645599	0.008443709	0.133481041	0.008273709
VI	0.333137619	0.031105449	0.219390149	0.022378863	0.21562036	0.022565281
VII	0.293449858	0.0102085	0.172932802	0.00644885	0.168938656	0.005669498
VIII	0.505264677	0.004826207	0.420877114	0.003028061	0.418080363	0.004353069
IX	0.373083484	0.021420946	0.266149626	0.014222535	0.262605651	0.013652476
X	0.162425828	0.010259147	0.019559855	0.000975264	0.014825028	0.000948985
XI	0.144520171	0.002145493	-0.00139999	-1.58864E-05	-0.006236039	-8.85103E-05
XII	0.290289202	0.015413113	0.16923303	0.006810038	0.165221017	0.008573657
Total		0.332142726		0.225987138		0.215025168

Fuente: Cálculos propios con información del CET.

Se observa un sorprendente descenso en el grado de monopolio de 1989 a 1991. En 1989 el índice de Lerner fue de 0.3321, en 1991 fue 0.2260, mientras que en 1993 sólo descendió a 0.2150. Hay que tener cautela, sin embargo, pues este resultado pudiera ser reflejo de dos problemas de medición:

1) Exclusión de rutas. Fueron excluidas rutas que no aparecen en los tres años y que pueden poseer un alto número de pasajeros al día. Por ejemplo, existen rutas que aparecen en los tres años, pero que actualmente poseen ramales con su respectivo número de unidades: por motivos de comparación, estos ramales no fueron incluidos, además, como se mencionó anteriormente, fueron excluidas rutas que en algunos de los años no se reportaron; todo esto podría llevar a subestimar los índices.

2) La fuente de datos. Los datos de 1989 se obtuvieron de la Dirección de Transporte y vialidad, mientras que los datos de 1991 y 1993 fueron obtenidos del Consejo Estatal del Transporte. No obstante, si observamos los aforos de 1991 y 1993 ya se observa una disminución en el grado de monopolio y en el índice de concentración.

Si suponemos que estas limitaciones no son significativas, la disminución en el valor del índice de monopolio puede ser atribuido a la Reestructuración del Transporte Urbano, la cual conlleva a la entrada de medios de transporte que pueden resultar competitivos, como es el caso de los ecotaxis y el metro.

Otra posible explicación podría ser el incremento en el número de vehículos privados.

Por otra parte, podemos ahora obtener la elasticidad de la demanda de autobuses urbanos de pasajeros para cada uno de los años que se están analizando en el AMM mediante la siguiente relación:

$$\varepsilon = L/H.$$

De esta forma, si tuviéramos una estimación independiente de la elasticidad de la demanda, podríamos comprobar si los transportistas siguen un comportamiento de tipo Cournot.

Según un estudio de la demanda de camiones urbanos de pasajeros, realizado por el CET y el CIE⁸, se estima que la elasticidad precio de la demanda en 1993 era como máximo 0.20, lo que significa que al aumentar la tarifa de camiones en un cien por ciento, la cantidad de viajes realizados en este medio de transporte disminuye como máximo en un veinte por ciento.

Las elasticidades obtenidas suponiendo un comportamiento tipo Cournot serían: $\epsilon=2.1091$ en 1989, $\epsilon=1.4991$ en 1991 y finalmente la elasticidad precio sería de 1.4767 en 1993: comparando estas cifras con la elasticidad de 0.20 obtenida del estudio de la demanda directa elaborado por el CET, se muestra que los transportistas no siguen un comportamiento tipo Cournot.

Cabe recordar que la evaluación del grado de monopolio existente en un mercado requiere tomar en cuenta diversos aspectos, incluyendo no sólo el grado de concentración, sino también las características del producto, las formas de organización, las barreras de entrada y salida, los cambios en la demanda y la innovación tecnológica. Estas características podría ser medidas en términos de parámetros como: frecuencia de paso, número de autobuses en circulación por turno, y otros, o simplemente pueden plantearse en términos de la limpieza y seguridad de los autobuses.

5.2 Rutas periféricas

En esta parte se dedicará un espacio a las rutas periféricas. Es necesario aclarar que no hay datos utilizados para comparación, ya que las rutas periféricas comenzaron a operar a partir de 1993. La función de estas líneas es cubrir la demanda que se ha generado entre las zonas conurbadas y los centros de atracción en el recorrido, mejorando con ello la movilidad entre las zonas periféricas de la ciudad, y evitando el transbordo en el área metropolitana central, con los graves inconvenientes del tiempo perdido y la congestión de autobuses.

En el cuadro 19 se presenta la participación de mercado de los diferentes dueños de rutas que conforman el sistema de las periféricas.

Hay que notar que las rutas periféricas poseen cierto grado de concentración similar al de rutas radiales: como anteriormente se mencionó, la asignación de las rutas periféricas fue llevada a cabo de cierta manera "progresiva";

⁸ CIE son las iniciales del Centro de Investigaciones Económicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

esto significa que a las empresas de mayor tamaño se les fueron las asignadas rutas periféricas y un mayor número de ellas.

CUADRO 19
PARTICIPACION EN EL MERCADO E INDICES DE CONCENTRACION
(RUTAS PERIFERICAS)

Representante	Total de Pasajeros por Empresa	Participación en el mercado, mi	Indices de Concentración	
			Herfindahl	Theil
I	31161	0.125426662	0.015731848	-0.260390091
II	18658	0.075100628	0.005640104	-0.194430021
III	63672	0.256287232	0.065683145	-0.348923944
IV	26996	0.108662051	0.011807441	-0.241176846
V	29078	0.117042344	0.01369891	-0.251081566
VI	30993	0.124750443	0.015562673	-0.259660599
VII	12866	0.051787152	0.002681909	-0.153321777
X	27240	0.10964418	0.012021846	-0.24237017
XII	77760	0.031299308	0.000979647	-0.1084258
Total	248440	1	0.143807524	-2.0597808

Fuente: Cálculos propios con información del CET.

El cuadro 19 muestra también los cálculos que producen el índice de Herfindahl y el índice de Theil para el sistema de rutas periféricas en el AMM en 1993. El índice de concentración H en este sistema resultó ser 0.1438, mientras que el índice propuesto por Theil fue de -2.0598, destacando que dos concesionarios producen aproximadamente el 40 por ciento de los viajes (Quiroga y CTM-FEAT).

CUADRO 20
INDICE DE PODER MONOPOLICO
INDICE DE LERNER
(RUTAS PERIFERICAS)

Representante	Li	Limi
I	-0.043005564	-0.005394044
II	0.15136309	0.011367463
III	0.12246952	0.031387374
IV	-0.156643228	-0.017021174
V	-0.059582258	-0.006973647
VI	-0.093650191	-0.011682903
VII	0.093186675	0.004825872
X	0.082201051	0.009012867
XII	-0.286051614	-0.008953217
Total		0.00656859

Fuente: Cálculos propios con información del CET.

El grado de monopolio de este sistema, medido por el índice de Lerner, tuvo un valor de 0.0065 (cuadro 20). Este sistema presenta un grado bajo de monopolio, aunque a nivel individual debe destacarse que las rutas del propietario Félix Lazcano Elizondo presentan los valores más altos.

6. Conclusiones

El sistema de autobuses urbanos del AMM se maneja en forma oligopólica, en dos sectores básicos: 66.43% en manos de centrales obreras (CTM y CROC en su mayor parte), bajo un esquema de permisionarios; y el 33.57% restante por empresarios privados que mantienen su presencia en el ramo desde principios de siglo.

En 1989 el Consejo Estatal de Transporte emitió un documento que contiene el plan de reestructuración de rutas del sistema de autobuses, como un primer paso a dar a corto plazo en el sentido del mejoramiento real del transporte colectivo.

"El plan de Reestructuración" incluye la interacción entre los diferentes medios de transporte colectivo (metro, autobuses, taxis, etc.), y las directrices de organización y regulación de los mismos.

El estado participa en el servicio de transporte colectivo a partir de la puesta en marcha del servicio comercial del sistema Metro, en el mes de Abril de 1991.

Los resultados de los índices de concentración de Herfindahl fueron en las rutas radiales: 0.1507, 0.1569, 0.1456 en 1989, 1991 y 1993, respectivamente. Los índices de concentración propuestos por Theil fueron: -2.1438, -2.1062, -2.1613 respectivamente.

Mientras que para las rutas periféricas los resultados de los índices de concentración fueron 0.1438 para el de Herfindahl y 0.1430 para el de Theil.

En las rutas radiales se encontró que el grado de monopolio tiende a disminuir en los últimos años; ya que el índice de Lerner que se obtuvo en la investigación fue en 1989 de 0.3321 y de 0.2150 en 1993.

En las rutas periféricas se encontró un valor "bajo" de poder monopólico, medido en términos del índice de Lerner, que obtuvo un valor de 0.0065.

En resumen, se encuentra una reducción en el grado de monopolio en el Sistema de Transportes Urbanos de Pasajeros, dependiendo de dónde es y cuándo mayor la incidencia de nuevas alternativas de transporte (metro, ecotaxis, rutas periféricas); de hecho, los índices individuales de Lerner varían en cada uno de los años.

Bibliografía

1. Becker, Gary. Teoría Económica. Fondo de Cultura Económica. 1977. México, D.F., cap. 21.
2. Centro de Investigaciones Económicas, UANL. La Red de Camiones Públicos de Pasajeros en el AMM: un Estudio Diagnóstico. Monterrey, N.L. 1994. (Mimeo).
3. Centro de Investigaciones Económicas, UANL. Sistema de Transporte Urbano en el Area Metropolitana de Monterrey. Monterrey, N.L. 1976.
4. Consejo Estatal del Transporte. Análisis de Costos para Autobuses Urbanos. 1989.
5. Consejo Estatal del Transporte. Análisis de Costos para Autobuses Urbanos. 1991.
6. Consejo Estatal del Transporte. Análisis de Costos para Autobuses Urbanos. 1993.
7. Consejo Estatal del Transporte. Diagnóstico de Transporte y Vialidad del Area Metropolitana de Monterrey. Monterrey, N.L. 1994.
8. Consejo Estatal del Transporte. Estudio de Rutas Periféricas en el AMM. Monterrey, N.L. 1992.
9. Consejo Estatal del Transporte. Marco Estratégico y Político de del Transporte Urbano. Monterrey, N.L. 1991.
10. Consejo Estatal del Transporte. Seguimiento al Costo Diario por Unidad: Sistema de Autobuses Urbanos. 1993.

11. Consejo Estatal del Transporte. Reestructuración e Integración del Sistema de Transporte colectivo en el Area Metropolitana de Monterrey. Monterrey, N.L. 1991.
12. Consejo Estatal del Transporte. Reporte de Características de servicio: Rutas de Transporte Urbano, 1991 y 1993.
13. Consejo Estatal del Transporte. Servicio Panorámico: Análisis y Recomendaciones para su Implantación. Monterrey, N.L. 1994.
14. Consejo Estatal del Transporte. Reporte de Características de servicio: Rutas de Transporte Urbano. 1991.
15. Consejo Estatal del Transporte. Reporte de Características de servicio: Rutas de Transporte Urbano. 1993.
16. Flores Mendez Jesús. El Transporte Masivo en el Area Metropolitana de Monterrey. Facultad de Economía, UANL. (Tesis de Licenciatura). Monterrey N.L, 1976.
17. Jacquemin, Alexis. La Nueva Organización Industrial.: Fuerza de Mercado y Comportamiento Estratégico. Vicens-Vives. Barcelona, 1989.
18. Jansson, K. Jell. A Method for the Route-Choice Problem in Public Transport Systems.
19. Secretaria de Transporte y Vialidad. Inventario de Rutas de Transporte Urbano en el AMM. 1989.
20. Thompson, J.M. Teoría Económica del Transporte. Ed. Cast. Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1976.
21. Transportation Science. Vol 26, No 3, Agosto 1992.

Demanda potencial de un sistema de transporte cooperativo en Monterrey

Hernán M. Villarreal Rodríguez*

Cuando sólo existía la línea 1 del metro en Monterrey, había una capacidad no usada de 165,000 pasajeros diarios. Con la introducción de la línea 2, el sistema del metro en su conjunto tendrá una subutilización de 240,000 pasajeros por día. Dado lo costoso de la inversión hecha, y que este medio de transporte opera con costos marginales insignificantes, se justifica idear esquemas de transporte urbano que aprovechen más razonablemente las ventajas del metro —ahorro de tiempo, comodidad, seguridad, etc. Se propone un sistema cooperativo con rutas de autobuses "alimentadoras" del metro. Mediante el uso de información de encuestas realizadas por el Consejo Estatal del Transporte, se estima un sistema de demanda de medios alternativos de transporte metropolitano. Con los resultados, se simula la demanda potencial del esquema cooperativo propuesto, y se encuentra que la capacidad no usada del metro se podría reducir en más de 70,000 pasajeros por día, si las tarifas de metro y autobuses se mantuvieran inalteradas.

1. Definición de un problema

Antes de que en noviembre de 1994 se pusiera en marcha la línea 2 del metro de Monterrey, el metro sólo contaba con la línea 1, que transporta en promedio 85,000 pasajeros por día, siendo que cuenta con una capacidad máxima superior a los 250 mil pasajeros. Los estudios de simulación predicen que, con las tarifas que prevalecen en la actualidad, las dos líneas de metro en su conjunto captarán aproximadamente 160,000 pasajeros, pero ahora la capacidad máxima del sistema sobrepasa los 400 mil pasajeros diarios.

Es decir, antes de la construcción de la línea 2, se tenía una capacidad del metro sin usar de 165 mil pasajeros, y ahora la capacidad sin uso será de 240 mil pasajeros al día. Si consideramos que el metro es una obra de beneficio social con costos marginales iguales a cero, y que requirió de una cuantiosa inversión para su construcción, parecería conveniente la implantación de políticas que fomentaran el uso de este medio de transporte por un mayor número de usuarios.

* Subdirector, Centro de Investigaciones Económicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

En este artículo se presenta un cálculo del número de pasajeros que utilizarían el metro, si se modifican dos condiciones primordiales de oferta: (1) la creación de un sistema de camiones que coordinadamente con el metro expanda su zona de influencia, pasando de los actuales 300 metros alrededor de las líneas del metro hasta 1500 metros de distancia en promedio; y, (2) la variación del esquema de tarifas que subsiste en la actualidad.

Para estudiar los cambios del equilibrio que generarían estas dos modificaciones, planteamos un modelo heterodoxo para la demanda de servicios de transporte, al que denominamos de "intercambio modal con las distribuciones de mejor ajuste", MBFD (Multimodal Best Fit Distribution).

Al estimarlo, se puede simular la demanda de un sistema de autobuses en rutas "alimentadoras" del metro, y calcular el posible incremento en el uso de este último medio de transporte, que tiene como una de sus principales características el ahorro de tiempo.

La principal conclusión del trabajo es que la demanda potencial de este sistema de transporte cooperativo es muy alta y que, como consecuencia de su operación, el número de viajes diarios en el metro se podría incrementar en hasta 70,716, si el esquema actual de tarifas no fuera modificado, o bien en 47,865 pasajeros adicionales por día si la tarifa del metro se incrementara a N\$1.50.

2. Marco teórico

Se tienen I individuos, cada uno de ellos con s características denotadas por $(S_1, S_2, S_3, \dots, S_s) = S_i$, y que enfrentan J alternativas de transporte $(Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_J)$ cada una de ellas con r atributos $(R_1, R_2, R_3, \dots, R_r) = R_j$.

Entre las características de los individuos, S_i , encontramos:

- sexo
- edad
- ingreso
- escolaridad
- ocupación
- lejanía de su vivienda
- etc.

Entre los atributos de cada medio de transporte R_j , se encuentran:

- costo monetario
- rapidez
- comodidad
- lejanía del hogar
- transbordos
- etc.

Los medios de transporte alternativos, Y_j , son los de:

- automóvil
- camión urbano
- taxi
- metro
- otros.

El problema que las personas tienen que solucionar es el de maximizar la utilidad que cada medio brinda, dadas las restricciones que ellas enfrentan.

Para que los medios de transporte sean efectivamente excluyentes, deberá hacerse una división, de forma que la elección de un medio implique necesariamente que no se eligirá también alguno de los otros. Por ejemplo, automóvil puede significar cualquier viaje en el que se use automovil privado, aunque se realice algún transbordo al metro u otro medio; camión urbano puede significar tan solo los viajes que impliquen exclusivamente el uso de ese medio, aunque sea en más de una ocasión, y así hasta cubrir todas las posibles opciones.

Suponemos que los individuos tienen una función de utilidad lineal en parámetros, dada por:

$$(1) \quad U = U(S_{ij}, R_{ij}) = Z_{ij}\beta,$$

donde Z_{ij} es un vector de funciones de las características S_{ij} y de los atributos R_{ij} , y β es un vector de parámetros común para toda la población que enfrenta una determinada oferta.

Si tenemos que en un área geográfica se dispone de 2 ofertas diferentes, por ejemplo una, A, con acceso directo al metro y otra, N, sin acceso directo a ese medio, entonces la utilidad cambia a:

$$(2) \quad U = U(S_{ij}, R_{ij}) = Z_{ij}\beta_A \quad \text{si el individuo } i \text{ vive en una zona de acceso directo al metro, y}$$

- (3) $U = U(S_{ij}, R_{ij}) = Z_{ij}\beta_B$ si el individuo i vive en una zona sin acceso directo al metro.

Dada la anterior especificación determinista, un supuesto estocástico requiere que se puedan separar los individuos de los promedios:

- (4) $U_{ij} = U(S_{ij}, R_{ij}) + \varepsilon(S_{ij}, R_{ij}) = Z_{ij}\beta_A + e_{ij}$

donde e_{ij} es una variable aleatoria.

Los e_{ij} nos representan los efectos no observables de factores no incluidos, errores de medición, etc. La especificación de las distribuciones conjuntas de estos errores es lo que dará forma al modelo econométrico a estimar.

Teniendo especificada la función de utilidad, se supone que cada individuo realiza elecciones que la maximicen.

El individuo 1 encara J opciones, por tanto la probabilidad de que la alternativa i sea elegida por él es:

- (5) $P_{i1} = \text{Prob}[U_{i1} > U_{i2} \text{ y } U_{i1} > U_{i3}, \dots, U_{i1} > U_{iJ}]$

es decir:

- (6) $P_{i1} = \text{Prob}[e_{i2} < U_{i1} - U_{i2} + e_{i1} \text{ y } e_{i3} < U_{i1} - U_{i3} + e_{i1} \dots \text{ y } e_{iJ} < U_{i1} - U_{iJ} + e_{i1}]$

que también se puede ver como:

- (7) $P_{i1} = \text{Prob}[e_{i2} - e_{i1} < U_{i1} - U_{i2} \text{ y } e_{i3} - e_{i1} < U_{i1} - U_{i3} \dots \text{ y } e_{iJ} - e_{i1} < U_{i1} - U_{iJ}]$.

Esta última transformación reduce en una el número de integrales a ser evaluadas para determinar los P_{ij} 's.

Los modelos de decisión multiple más usados son el logit multinomial y el probit multinomial. Se pueden hacer estimaciones de las ecuaciones por separado y si se cumple el que los e_{ij} sean independientes e idénticamente distribuidos, y si los mismos siguen distribuciones de densidad Weibull se tendrá un modelo logit multinomial (el lector puede consultar los artículos diversos de Handbook of Econometrics, Griliches e Intriligator (eds.), Tres volúmenes, North Holland, donde se discuten estos modelos). Si se tiene

que los e_{ij} están correlacionados entre ecuaciones, entonces si éstos siguen una distribución normal multivariada, se tendrá un modelo probit multinomial.

Sin embargo puede que los errores sean independientes entre ecuaciones, pero que no sigan una distribución Weibull, en cuyo caso se tendrán que estimar modelos diferentes al convencional logit. En todo caso, cuando el vector Z_{ij} de variables explicativas asociado con la alternativa j depende solamente de los atributos de j , y de la interrelación con los atributos de i (lo denominamos Z_{ij}), entonces el modelo de elección cumple con la propiedad de Independencia de las Alternativas Irrelevantes (IAI), la cual establece que las posibilidades de que la opción 1 sea seleccionada sobre la 2, son independientes de la composición de los atributos de otras alternativas diferentes. En símbolos, la IAI puede escribirse como:

$$(8) \quad f^1(Z_{ij}, \beta) = f^1(Z_{i1}, \beta) \cdot f^g(Z_{ij}, \beta)$$

donde:

$$(9) \quad f^g(Z_{ij}, \beta) = f^1(Z_{ij}, \beta) + f^2(Z_{ij}, \beta) + \dots + f^J(Z_{ij}, \beta)$$

por lo que:

$$(10) \quad f^1(Z_{i1}, \beta) = \frac{f^1(Z_{ij}, \beta)}{f^1(Z_{ij}, \beta) + f^2(Z_{ij}, \beta) + \dots + f^J(Z_{ij}, \beta)}$$

y:

$$(11) \quad P_{i1} = \frac{f^1(Z_{ij}, \beta)}{f^1(Z_{ij}, \beta) + f^2(Z_{ij}, \beta) + \dots + f^J(Z_{ij}, \beta)}$$

3. Metodología

Después de aplicar una encuesta, diseñada para este propósito por el cuerpo técnico del Consejo Estatal del Transporte, en donde se recabó la información relevante sobre las características de los individuos, los

atributos de los medios, y las elecciones realizadas, S's, R's, Y's, se estimaron modelos lineales que explican la utilidad proporcionada por cada uno de los cuatro medios elegidos, que son camión, auto, metro y otros.

$$(12) \quad Y_a = \beta^a_1 Z_1 + \beta^a_2 Z_2 + \dots + \beta^a_{r+s} Z_{r+s} + e_a$$

$$(13) \quad Y_c = \beta^c_1 Z_1 + \beta^c_2 Z_2 + \dots + \beta^c_{r+s} Z_{r+s} + e_c$$

$$(14) \quad Y_m = \beta^m_1 Z_1 + \beta^m_2 Z_2 + \dots + \beta^m_{r+s} Z_{r+s} + e_m$$

$$(15) \quad Y_o = \beta^o_1 Z_1 + \beta^o_2 Z_2 + \dots + \beta^o_{r+s} Z_{r+s} + e_o.$$

Las variables que se utilizaron como regresores fueron:

EDAD	= En años, del usuario de transporte.
GAS_TRAN	= Gasto en transporte.
CUA_CAM	= Cuadras caminadas.
CUAN_TRA	= Cuántos transbordos hace.
TIE_ESP	= Tiempo de espera.
TIE_ABO	= Tiempo abordo.
ESCOLAR	= Escolaridad.
DISTANCI	= Distancia recorrida.

A continuación se analizaron los coeficientes "t" de cada parámetro, y solamente se mantuvieron en la ecuación los que pasaron la prueba de un nivel de confianza mayor que el 95%. Una vez hecho ésto, se estimaron de nuevo las ecuaciones, ya sin las variables explicativas que resultaron poco significativas en cada ecuación.

Posteriormente, se obtuvo la correlación existente entre los errores e_a , e_c , e_m y e_o ; si los errores están correlacionados, entonces se debería intentar usar un modelo probit multinomial; si no están correlacionados, se deberían revisar las distribuciones de los errores: en caso que se ajusten a una distribución Weibull, se estima un logit multinomial; y, si no se ajustan a distribuciones Weibull en cada ecuación, se aplica la distribución de probabilidad que mejor se ajuste.

Las ecuaciones de regresión (12)-(15) se estimaron con el paquete SPSS y, ya eliminando las variables poco significativas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el *modelo A* de las zonas cercanas del metro:

(16) AUTO

R Square .35158

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
GAS_TRAN	.03800	3.50842E-03	.34893	10.830	.0000
CUAN_TRA	-.03832	.01750	-.06418	-2.190	.0287
CUA_CAM	-.03007	2.69286E-03	-.45802	-11.167	.0000
TIE_ESP	-9.39249E-03	1.22468E-03	-.32754	-7.669	.0000
EDAD	2.624871E-03	5.50181E-04	.28627	4.771	.0000
ESCOLAR	.01282	1.67290E-03	.46022	7.663	.0000

(17) CAMION

R Square .68152

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
GAS_TRAN	-.05278	6.93800E-03	-.17078	-7.607	.0000
CUA_CAM	-.01547	5.50695E-03	-.08301	-2.809	.0051
TIE_ESP	8.841068E-03	2.57830E-03	.10864	3.429	.0006
DISTANCI	-.01898	3.84382E-03	-.19215	-4.939	.0000
VESEM	.03652	7.01486E-03	.22877	5.206	.0000
EDAD	6.583264E-03	1.12433E-03	.25298	5.855	.0000
TIE_ABO	9.836930E-03	1.04150E-03	.42192	9.445	.0000
ESCOLAR	.01767	4.08296E-03	.22347	4.327	.0000

(18) TAXI

R Square .22664

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
GAS_TRAN	.02663	1.66577E-03	.55280	15.985	.0000
VESEM	-3.92372E-03	1.32267E-03	-.15771	-2.967	.0031
INGRESO	5.073205E-05	1.44330E-05	.15790	3.515	.0005
TIE_ABO	-9.07818E-04	1.80314E-04	-.24983	-5.035	.0000

(19) METRO

R Square .40561

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
CUAN_TRA	.19781	.02747	.20016	7.201	.0000
CUA_CAM	.05266	4.14107E-03	.48461	12.717	.0000
DISTANCI	.02671	3.01623E-03	.46357	8.855	.0000
ESCOLAR	.01031	2.34956E-03	.22354	4.386	.0000
TIE_ABO	-9.67117E-03	7.66252E-04	-.71132	-12.621	.0000

Para el *modelo B* de las zonas lejanas al metro:

(20) AUTO

R Square .42106

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
TIE_ABO	-1.25955E-03	5.59907E-04	-.13319	-2.250	.0247
GAS_TRAN	.03275	3.18287E-03	.29590	10.290	.0000
CUAN_TRA	-.04126	.01853	-.06508	-2.226	.0262
INGRESO	1.308085E-04	3.40443E-05	.17137	3.842	.0001
CUA_CAM	-.03842	3.42321E-03	-.42783	-11.224	.0000
TIE_ESP	-8.27177E-03	1.24606E-03	-.25306	-6.638	.0000
DISTANCI	4.236408E-03	1.68923E-03	.11920	2.508	.0123
EDAD	2.054603E-03	6.34464E-04	.19189	3.238	.0012
ESCOLAR	.01286	2.17087E-03	.41263	5.924	.0000

(21) CAMION

R Square 77817

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
TIE_ABO	8.457013E-03	8.33123E-04	.34731	10.151	.0000
GAS_TRAN	-.05291	5.07906E-03	-.18566	-10.418	.0000
CUAN_TRA	-.29752	.02955	-.18227	-10.068	.0000
INGRESO	-1.47031E-04	5.42784E-05	-.07481	-2.709	.0069
CUA_CAM	.01526	5.51515E-03	.06600	2.767	.0057
TIE_ESP	.01318	1.98727E-03	.15660	6.632	.0000
VESEM	.02970	5.70333E-03	.17220	5.208	.0000
EDAD	5.637024E-03	1.01342E-03	.20446	5.562	.0000
ESCOLAR	.02158	3.69008E-03	.26886	5.847	.0000

(22) TAXI

R Square .34040

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
GAS_TRAN	.03083	1.38376E-03	.66932	22.283	.0000
TIE_ABO	-7.60818E-04	1.86198E-04	-.19330	-4.086	.0000
INGRESO	-3.32586E-05	1.38227E-05	-.10469	-2.406	.0163
OCUPACIO	.02184	8.70935E-03	.13429	2.507	.0123
EDAD	8.757479E-04	2.55689E-04	.19651	3.425	.0006
VESEM	-9.33042E-03	1.75599E-03	-.33466	-5.313	.0000

(23) METRO

R Square	.27003				
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
CUAN_TRA	.25639	.02125	.38657	12.063	.0000
CUA_CAM	.03295	3.89998E-03	.35071	8.449	.0000
DISTANCI	8.951298E-03	1.96941E-03	.24075	4.545	.0000
TIE_ESP	-3.56785E-03	1.44605E-03	-.10433	-2.467	.0138
ESCOLAR	7.706626E-03	1.78660E-03	.23636	4.314	.0000
TIE_ABO	-5.41801E-03	6.47840E-04	-.54763	-8.363	.0000

A continuación, se estimaron los coeficientes de correlación cruzados entre los errores *ea*, *ec*, *em* y *eo*, en los dos modelos y se obtuvieron las siguientes matrices:

Para el *modelo A* de las zonas cercanas del metro:

(24)

Correlations:	RESAU	RESCA	RESTA	RESME
RESAU	1.0000 P= .	-.3821 P= .000	-.2813 P= .000	-.0750 P= .006
RESCA	-.3821 P= .000	1.0000 P= .	-.0415 P= .081	-.7107 P= .000
RESTA	-.2813 P= .000	-.0415 P= .081	1.0000 P= .	-.0047 P= .437
RESME	-.0750 P= .006	-.7107 P= .000	-.0047 P= .437	1.0000 P= .

(Coefficient / 1-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Para el *modelo B* de las zonas lejanas al metro:

(25)

Correlations:	RESA	RESC	REST	RESM
RESA	1.0000 P= .	-.4890 P= .000	-.3689 P= .000	-.0670 P= .011
RESC	-.4890 P= .000	1.0000 P= .	-.0029 P= .461	-.6019 P= .000
REST	-.3689 P= .000	-.0029 P= .461	1.0000 P= .	-.0489 P= .047
RESM	-.0670 P= .011	-.6019 P= .000	-.0489 P= .047	1.0000 P= .

(Coefficient / 1-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Como se encontró independencia entre los errores, se procedió a investigar las funciones de distribución que mejor se ajustan a los mismos. Para ésto se utilizó el paquete estadístico BESTFIT.

En el caso de la ecuación del automóvil del modelo A, se encontró que los dos mejores ajustes de funciones de densidad fueron los siguientes:

$$(26) \quad \text{LOGISTIC}(-0.00281, 0.13)$$

$$(27) \quad \text{NORMAL}(-0.00281, 0.23).$$

En el caso de la ecuación del camión, modelo A:

$$(28) \quad \text{BETA}(3.33, 2.19) * 2.37 - 1.43$$

$$(29) \quad \text{NORMAL}(0.1, 0.52).$$

En el caso de la ecuación de taxis, modelo A:

$$(30) \quad \text{LOGISTIC}(-0.000217, 0.0606)$$

$$(31) \quad \text{NORMAL}(-0.000217, 0.11).$$

En el caso de la ecuación del metro, modelo A:

(32) WEIBULL(2.53, 0.98) - 0.87

(33) LOGISTIC(-0.0182, 0.2).

En el caso de la ecuación de automóvil, modelo B:

(34) LOGISTIC(-0.00315, 0.14)

(35) NORMAL(-0.00315, 0.25).

En el caso de la ecuación del camión, modelo B:

(36) BETA(3.52, 2.28) * 2.13 - 1.28

(37) NORMAL(0.0303, 0.4).

En el caso de la ecuación de taxis, modelo B:

(38) LOGISTIC(0.00085, 0.061)

(39) ERF(6.35).

En el caso de la ecuación del metro, modelo B:

(40) LOGISTIC(0.000382, 0.016)

(41) WEIBULL(2.84, 0.94) - 0.83.

Como se pudo observar, es inapropiado suponer que los errores siguen todas distribuciones Weibull, por lo que si se desean pronósticos más precisos, se requiere que para cada ecuación se suponga que el modelo sigue una distribución de probabilidad diferente:

Se procedió a investigar las funciones de distribución que mejor se ajustan a las estimaciones de las Y_a , Y_c , Y_m , e Y_o surgidas del sistema de regresiones para las zonas cercanas A (16)-(19), y el sistema B para las zonas lejanas (20)-(23).

En el caso de la ecuación del automóvil del modelo A, se encontró que los dos mejores ajustes de funciones de densidad fueron los siguientes:

(42) NORMAL(0.0836, 0.15)

$$(43) \quad \text{BETA}(8.57, 17.51) * 1.64 - 0.45.$$

En el caso de la ecuación del camión, modelo A:

$$(44) \quad \text{LOGISTIC}(0.63, 0.12)$$

$$(45) \quad \text{NORMAL}(0.63, 0.21).$$

En el caso de la ecuación de taxis, modelo A:

$$(46) \quad \text{LOGNORM2}(-2.64, 0.49) - 0.0656$$

$$(47) \quad \text{LOGISTIC}(0.016, 0.0316).$$

En el caso de la ecuación del metro, modelo A:

$$(48) \quad \text{LOGISTIC}(0.2, 0.11)$$

$$(49) \quad \text{NORMAL}(0.22, 0.2).$$

En el caso de la ecuación de automóvil, modelo B:

$$(50) \quad \text{LOGISTIC}(0.11, 0.0998)$$

$$(51) \quad \text{NORMAL}(0.11, 0.18).$$

En el caso de la ecuación del camión, modelo B:

$$(52) \quad \text{LOGISTIC}(0.7, 0.14)$$

$$(53) \quad \text{NORMAL}(0.7, 0.26).$$

En el caso de la ecuación de taxis, modelo B:

$$(54) \quad \text{LOGNORM}(0.098, 0.0636) - 0.0794$$

$$(55) \quad \text{LOGNORM2}(-2.5, 0.67) - 0.0794.$$

En el caso de la ecuación del metro, modelo B:

$$(56) \quad \text{LOGISTIC}(0.095, 0.0766)$$

$$(57) \quad \text{WEIBULL}(2.88, 0.43) - 0.27.$$

Siguiendo a (11), encontramos que para el modelo A de zonas cercanas al metro se tiene que:

$$(58) \quad P_{ia} = \frac{\text{NORMAL}(0.0836, 0.15)}{\text{NORMAL}(0.0836, 0.15) + \text{LOGISTIC}(0.63, 0.12) + \text{LOGNORM2}(-2.64, 0.49) - 0.0656 + \text{LOGISTIC}(0.2, 0.11)}$$

$$(59) \quad P_{ic} = \frac{\text{LOGISTIC}(0.63, 0.12)}{\text{NORMAL}(0.0836, 0.15) + \text{LOGISTIC}(0.63, 0.12) + \text{LOGNORM2}(-2.64, 0.49) - 0.0656 + \text{LOGISTIC}(0.2, 0.11)}$$

$$(60) \quad P_{it} = \frac{\text{LOGNORM2}(-2.64, 0.49) - 0.0656}{\text{NORMAL}(0.0836, 0.15) + \text{LOGISTIC}(0.63, 0.12) + \text{LOGNORM2}(-2.64, 0.49) - 0.0656 + \text{LOGISTIC}(0.2, 0.11)}$$

$$(61) \quad P_{im} = \frac{\text{LOGISTIC}(0.2, 0.11)}{\text{NORMAL}(0.0836, 0.15) + \text{LOGISTIC}(0.63, 0.12) + \text{LOGNORM2}(-2.64, 0.49) - 0.0656 + \text{LOGISTIC}(0.2, 0.11)}$$

Y para el modelo B de zonas lejanas al metro:

$$\text{LOGISTIC}(0.11, 0.0998)$$

$$(62) \quad P_{ia} =$$

$$\frac{\text{LOGISTIC}(0.11, 0.0998) + \text{LOGISTIC}(0.7, 0.14) + \text{LOGNORM}(0.098, 0.0636) - 0.0794 + \text{LOGISTIC}(0.095, 0.0766)}{1}$$

$$\text{LOGISTIC}(0.7, 0.14)$$

$$(63) \quad P_{ic} =$$

$$\frac{\text{LOGISTIC}(0.11, 0.0998) + \text{LOGISTIC}(0.7, 0.14) + \text{LOGNORM}(0.098, 0.0636) - 0.0794 + \text{LOGISTIC}(0.095, 0.0766)}{1}$$

$$\text{LOGNORM}(0.098, 0.0636) - 0.0794$$

$$(64) \quad P_{it} =$$

$$\frac{\text{LOGISTIC}(0.11, 0.0998) + \text{LOGISTIC}(0.7, 0.14) + \text{LOGNORM}(0.098, 0.0636) - 0.0794 + \text{LOGISTIC}(0.095, 0.0766)}{1}$$

$$\text{LOGISTIC}(0.095, 0.0766)$$

$$(65) \quad P_{im} =$$

$$\frac{\text{LOGISTIC}(0.11, 0.0998) + \text{LOGISTIC}(0.7, 0.14) + \text{LOGNORM}(0.098, 0.0636) - 0.0794 + \text{LOGISTIC}(0.095, 0.0766)}{1}$$

4. Estimaciones de demanda

Ya habiendo encontrado los modelos de probabilidad de decision (58)-(61) y (62)-(65) respectivamente para los casos de las zonas cercanas y lejanas al metro, podemos encontrar la demanda de medios de transporte de cada zona

dependiendo de sus características poblacionales, y de cuál es su demanda de viajes.

Para encontrar la probabilidad de decisión de cada zona, se tomaron en cuenta las características de los individuos y de la oferta de medios, es decir se utilizó una matriz de información como la siguiente:

INFORMACION PROMEDIO POR ZONAS

VARIABLE	ZONA1	ZONA2	ZONA3	.....	ZONA299	ZONA300
EDAD	34	32	28	.....	28	25
INGRESO	1500	1000	500	.....	500	300
ESCOLARIDAD	15	13	9	.....	9	6
OCUPACION	.5	.6	.7	.....	.7	.7
GASTO EN TRANSPORTE	4.0	3.0	1.8	.....	1.8	1.5
DISTANCIA RECORRIDA	7.0	8.0	9.5	.....	9.5	11
CUADRAS CAMINADAS	.4	1.0	2.5	.....	2.5	4.0
TIEMPO DE ESPERA	.5	2.0	5.0	.....	5.0	8.0
TRANSBORDOS	0	0.05	0.1	.....	0.1	0.4
REALIZADOS						
TIEMPO ABORDO	18	22	30	.....	30	40
VECES POR SEMANA	5	5	5	.....	5	5

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

A partir de esta información se dividieron las zonas de influencia de las rutas alimentadoras del metro, de acuerdo con el porcentaje de penetración de la ruta en cada zona, y se tomaron en cuenta los ingresos promedio que prevalecen en cada zona para obtener la probabilidad de que en cada una se utilice el sistema del metro y rutas alimentadoras.

Ya habiendo encontrado las demandas por zonas, nuevamente se utilizaron los porcentajes de influencia de las rutas alimentadoras para encontrar la demanda de cada una de éstas.

Asimismo, se estimaron las elasticidades precio de la demanda del metro y de camiones urbanos, para encontrar las variaciones modales que propician diferentes escenarios de precios.

Suponiendo distintos escenarios en cuanto a las tarifas de metro y autobuses que se cobrarían, a continuación se presentan las demandas del metro sin y con un sistema de rutas alimentadoras:

Escenario 1: no hay cambios en tarifas

TARIFA METRO:

N\$ 1.00

TARIFA CAMION:

N\$ 0.95

SOLO LINEA 1				
	AUTO	CAMION	TAXI	METRO
INFLUE.	163382	1068852	169101	129016
NO INFLUE.	1672746	2189316	203102	0
TOTAL	1836128	3258169	372203	129016

CON ALIMENTADORAS				
	AUTO	CAMION	TAXI	METRO
INFLUE.	171114	1074489	68410	218338
NO INFLUE.	1672746	2189316	203102	0
TOTAL	1843859	3263805	271512	218338

SOLO LINEAS 1 Y 2				
	AUTO	CAMION	TAXI	METRO
INFLUE.	169779	1065381	136557	158633
NO INFLUE.	1672746	2189316	203102	0
TOTAL	1842525	3254698	339659	158633

Rutas alimentadoras: demandas

RUTA	PASAJEROS
EXPO 1	2897
EXPO 3	2031
EXPO 4	20
EXPO 5	616
P. FED. 1	5585
P.FED. 2	1599
P.FED. 3	3935
Y GRIEGA 1	459
Y GRIEGA 2	1845
Y GRIEGA 3	2147
P.FUND.1	1568
P.FUND.2	1229
F.U.GOM.1	2296
F.U.GOM.2	1252
DEL GOLFO	2025
CENTRAL	255
EDISON	483
HOSP.1	1631
HOSP.2	780
HOSP.4	797
S.BOLI. 1	1306

RUTA	PASAJEROS
S.BOLI. 2	404
MITRAS 1	5990
MITRAS 2	535
A. REYES 1	3073
A.REYES 2	452
PAL.JUST.1	865
PAL.JUST.2	3145
AZTLAN 1	147
AZTLAN 2	2574
U.MOD.1	2485
U.MOD.2	1182
S.BERN.1	5304
S.BERN.2	11
S.BER.3	539
ALAMEDA	1274
GRAL.ANA.1	2078
GRAL.ANA.2	610
M.PLAZA 1	244
M.PLAZA 2	2490
FUNDA.1	1113
FUNDA. 2	1448
TOTAL	70716

Como lo muestra la simulación, los viajes realizados en metro se incrementarían en 70,716 si se introdujera un sistema de rutas alimentadoras, y no se modificara el esquema actual de tarifas.

Si las tarifa del metro se incrementa a N\$ 1.50 y no se modifica la tarifa de camiones, la demanda de los distintos medios sería la siguiente:

Escenario 2: incremento de tarifas en el metro

TARIFA METRO:

N\$ 1.50

TARIFA CAMION:

N\$ 0.95

	SOLO LINEA 1			
	AUTO	CAMION	TAXI	METRO
INFLUE.	168073	1095124	172803	94351
NO INFLUE.	1672746	2189316	203102	0
TOTAL	1840818	3284440	375906	94351

	CON ALIMENTADORAS			
	AUTO	CAMION	TAXI	METRO
INFLUE.	179650	1130299	71442	148960
NO INFLUE.	1672746	2189316	203102	0
TOTAL	1852396	3319615	274544	148960

	SOLO LINEAS 1 Y 2			
	AUTO	CAMION	TAXI	METRO
INFLUE.	175982	1101118	140029	113221
NO INFLUE.	1672746	2189316	203102	0
TOTAL	1848728	3290434	343132	113221

Rutas alimentadoras: demandas

RUTA	PASAJEROS
EXPO 1	1970
EXPO 3	1360
EXPO 4	14
EXPO 5	415
P. FED. 1	3822
P.FED. 2	1083
P.FED. 3	2690
Y GRIEGA 1	305
Y GRIEGA 2	1236
Y GRIEGA 3	1432
P.FUND.1	1056
P.FUND.2	826
F.U.GOM.1	1528
F.U.GOM.2	856
DEL GOLFO	1354
CENTRAL	171
EDISON	323
HOSP.1	1096
HOSP.2	522
HOSP.4	532
S.BOLI. 1	863

RUTA	PASAJEROS
S.BOLI. 2	275
MITRAS 1	4041
MITRAS 2	365
A. REYES 1	2086
A.REYES 2	305
PAL.JUST.1	628
PAL.JUST.2	2139
AZTLAN 1	99
AZTLAN 2	1739
U.MOD.1	1695
U.MOD.2	822
S.BERN.1	3651
S.BERN.2	8
S.BER.3	378
ALAMEDA	840
GRAL.ANA.1	1397
GRAL.ANA.2	400
M.PLAZA 1	156
M.PLAZA 2	1697
FUNDA.1	732
FUNDA. 2	956
TOTAL	47865

En este caso el sistema de rutas alimentadoras solamente captaría para el metro 47,865 pasajeros adicionales.

Finalmente se puede prever un escenario donde se dé un incremento tanto en la tarifa del metro como en la de camiones, a N\$ 1.20 y N\$ 1.10 respectivamente, alcanzándose los siguientes resultados:

Escenario 3: incrementos en tarifas de ambos medios

TARIFA METRO:

N\$ 1.20

TARIFA CAMION:

N\$ 1.10

SOLO LINEA 1				
	AUTO	CAMION	TAXI	METRO
INFLUE.	222587	940419	217665	149680
NO INFLUE.	1672746	2189316	203102	0
TOTAL	1895333	3129736	420767	149680

CON ALIMENTADORAS				
	AUTO	CAMION	TAXI	METRO
INFLUE.	228345	969917	88298	243791
NO INFLUE.	1672746	2189316	203102	0
TOTAL	1901091	3159233	291400	243791

SOLO LINEAS 1 Y 2				
	AUTO	CAMION	TAXI	METRO
INFLUE.	230038	945700	175540	179073
NO INFLUE.	1672746	2189316	203102	0
TOTAL	1902783	3135017	378642	179073

Rutas alimentadoras: demandas

RUTA	PASAJEROS
EXPO 1	3202
EXPO 3	2267
EXPO 4	21
EXPO 5	676
P. FED. 1	6405
P.FED. 2	1767
P.FED. 3	4338
Y GRIEGA 1	501
Y GRIEGA 2	2098
Y GRIEGA 3	2333
P.FUND.1	1694
P.FUND.2	1309
F.U.GOM.1	2480
F.U.GOM.2	1296
DEL GOLFO	2181
CENTRAL	263
EDISON	508
HOSP.1	1867
HOSP.2	841
HOSP.4	899
S.BOLI. 1	1543

RUTA	PASAJEROS
S.BOLI. 2	417
MITRAS 1	8573
MITRAS 2	545
A. REYES 1	3292
A.REYES 2	477
PAL.JUST.1	898
PAL.JUST.2	3333
AZTLAN 1	153
AZTLAN 2	2833
U.MOD.1	2977
U.MOD.2	1206
S.BERN.1	6203
S.BERN.2	12
S.BER.3	546
ALAMEDA	1383
GRAL.ANA.1	2210
GRAL.ANA.2	675
M.PLAZA 1	263
M.PLAZA 2	2629
FUNDA.1	1216
FUNDA. 2	1575
TOTAL	77905

En este caso las rutas alimentadoras incrementarían en 77,905 el número de viajeros del metro.

5. Conclusiones

Este trabajo demuestra que existe un mercado potencialmente muy importante para un sistema integrado de transporte en Monterrey. Al igual que en otras ciudades importantes del mundo, en éste operarían rutas de camiones urbanos cuya función primordial sería "alimentar" de pasajeros a las líneas del metro.

Se supone que una de las ventajas principales del metro como medio de transporte metropolitano es la rapidez (es decir, el ahorro de tiempo). Por otro lado, además de haber sido una inversión muy costosa para nuestra ciudad, el metro opera con costos marginales (por pasajero) insignificantes, por lo que promover esquemas que incrementen su uso es una estrategia sumamente rentable desde un punto de vista social.

Las estimaciones que se presentan aquí de un modelo de selección de medios de transporte por los usuarios metropolitanos indican que, aún sin variar las tarifas de camiones y metro, este esquema cooperativo podría elevar el número de viajeros diarios en el sistema del metro en más de 70,000. Es decir, la simple existencia de esta red de rutas alimentadoras reduciría la capacidad no utilizada del metro en un tercio.

Evidentemente, si los medios de transporte integrados pudieran reducir sus tarifas por un viaje completo (ruta alimentadora-metro-ruta alimentadora) mediante esquemas de boletos multiusos o de transferencia, lo que es factible pues como se mostró, la demanda de viajes en metro se incrementaría, entonces se podría aumentar todavía más el uso del metro por los usuarios de transporte público en nuestra ciudad, e incluso quizá llegar a eliminar la subutilización de la capacidad de este importante medio de transporte.

Integración de sistemas de transporte

Carlos Chavarría Garza*

En contraposición al enfoque tradicional de diseño de un sistema de transporte a partir de la maximización de utilidades del operador o empresa operadora, el Sistema de Transporte Integrado propone como estrategia de diseño la optimización simultánea de beneficios para usuarios, autoridades, y operadores. Se presenta el perfil de la solución global y la estrategia de cambio hacia un enfoque de mercado en el transporte urbano de pasajeros, en el que los diversos medios de transporte estarían integrados. Algunas de las ventajas del esquema propuesto para la ciudad serían: disminución de un 50% en los costos de viaje; se reduce sustancialmente el congestionamiento en los corredores metropolitanos; al sugerirse carriles exclusivos para los autobuses, donde no circularían los vehículos privados, se vería reducida la tasa de accidentes viales; etc.

1. Introducción

Los sistemas masivos de transporte se construyen como un medio de responder a las elevadas tendencias de movilidad y congestionamiento producidas por el fenómeno metropolitano, que ya se dejan sentir en los principales corredores de la ciudad. No se concibe a una red de metro como el sustituto de ningún medio de transporte, pues por su diseño no penetra profundamente en las zonas de origen y destino y, por lo tanto, no constituye ni debe enfocarse como un factor de competencia en sí mismo.

Las inversiones en obras de infraestructura de transporte como es el metro tienen un carácter redistributivo y contribuyen a elevar el bienestar general de la población, al posibilitar que amplios grupos de la comunidad accedan a una red de transporte de la más alta eficiencia y comodidad. El área metropolitana se mueve en medios de transporte colectivos, y de su complementariedad dependerá en buena medida el mayor disfrute y explotación de las inversiones realizadas.

Este documento se prepara como preámbulo a las tareas de análisis y diseño que deben ser ejecutadas para lograr que los beneficios de la red del Metro lleguen a toda la comunidad. Se presentan las bases conceptuales, los impactos derivados, la propuesta del Sistema de Transporte Integrado (STI),

* Director Ejecutivo, Consejo Estatal del Transporte.

y los lineamientos estratégicos que pueden contribuir a la integración de la red de transporte metropolitano.

Debe aclararse también, que dentro de los trabajos que actualmente realiza el cuerpo técnico del Consejo Estatal del Transporte (CET), se incluye la revisión de los costos de operación del automóvil privado y las medidas que conduzcan a incentivar la utilización de la red de transporte por los viajes realizados en medios individuales.

2. Antecedentes

La compleja y variada distribución espacial de los movimientos metropolitanos obliga a la utilización de criterios particulares para la estimación de los usuarios potenciales que se tendrán para cada nueva modalidad o medio de viaje que se implante en el contexto urbano.

Así, los usuarios demandarán movimientos o viajes que serán satisfechos utilizando automóviles, autobuses, taxis, metro, o cualquier combinación de estos medios que conduzca a maximizar el beneficio de los primeros. Frente a este fenómeno de distribución de viajes entre medios, cada uno de los operadores de los mismos desplegará aquellas estrategias de organización que también produzcan el máximo rendimiento.

En un mercado de transporte como el del Area Metropolitana de Monterrey (AMM), donde los medios colectivos sirven al 60% de la demanda global del sistema urbano, el Estado actúa como regulador del conjunto con objeto de reducir las externalidades que el sistema produce.

En este trabajo se recomiendan algunas estrategias que podrían implantarse para lograr el máximo rendimiento social derivado de las inversiones ejecutadas en materia de transporte, en particular debido a la puesta en servicio comercial de la primera etapa de la línea 2 del metro.

En 1991, inició operaciones la primera línea del metro en el AMM. Con 18.5 Km de viaducto elevado y 17 estaciones, se ofreció a la comunidad una nueva modalidad de transporte. Esta línea forma parte de una gran red planeada para la conurbación metropolitana de aproximadamente 80 Km como se muestra en el figura #1:

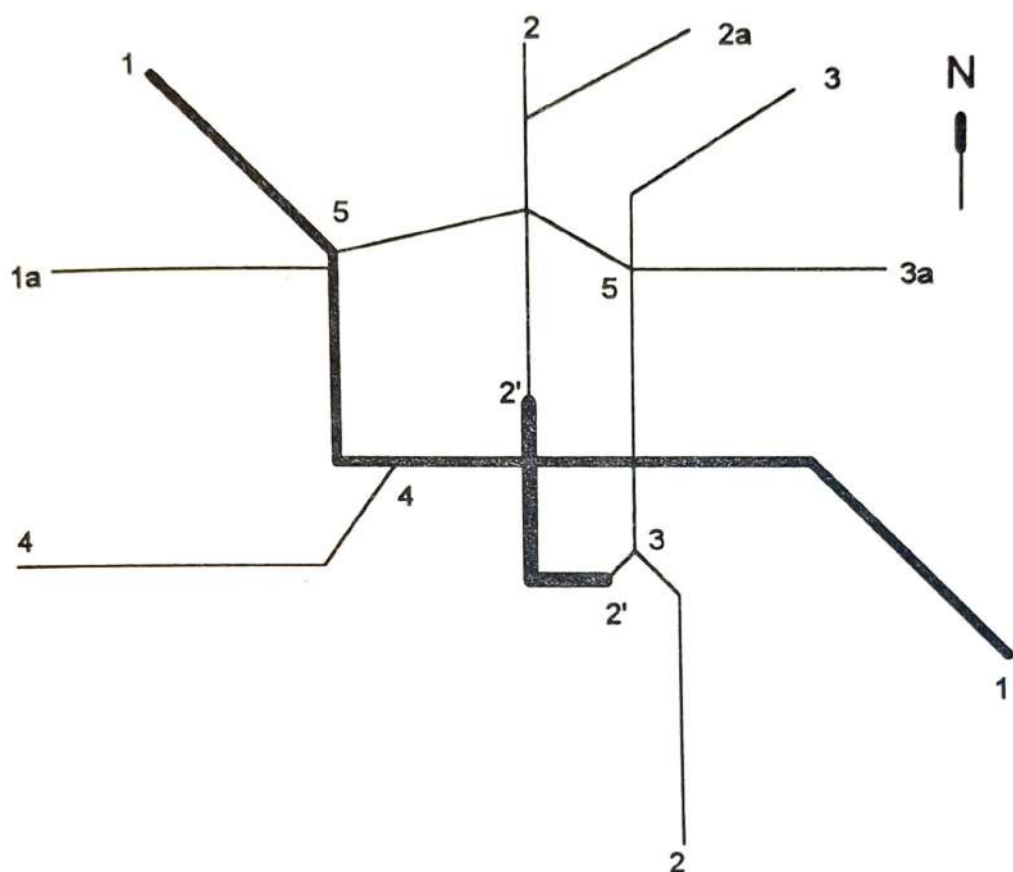


Figura #1
Red Maestra de Metro

Actualmente, se encuentra operando la línea 1-1 y durante 1994 entrará en operación la primera etapa de la línea 2-2, que corresponde al segmento 2'-2'. La configuración metropolitana muestra que la línea 1-1 sirve fundamentalmente a zonas habitacionales del estrato medio-bajo, mientras la 2'-2' conecta con el centro comercial y de negocios.

La red de autobuses opera una flota de 2,900 unidades sobre 147 rutas, donde 131 de estas tocan el centro metropolitano en algún momento de su recorrido y 16 sirven a viajeros de tipo periférico. Sobre el eje 1-1 operan

alrededor de 150 autobuses-hora en su zona de mayor carga, y en el eje 2-2 circulan 220 autobuses-hora. En el semieje 2'-2', que es el de mayor carga del corredor 2-2, la oferta de autobuses-hora es de 250.

La red de autobuses de tipo "radial" parte de las zonas habitacionales más alejadas y se integra sobre los corredores viales de mayor capacidad, de tal suerte que se observa un gran congestionamiento de ellos en el centro de la ciudad.

También opera en la ciudad una flota de taxis formada por más de 12,000 unidades que trabajan bajo el sistema de distancia y tiempo medidos.

El automóvil privado tiene también una elevada participación en la satisfacción de movimientos de personas. El censo de vehículos indica que se tiene una flota del orden de 650,000 automóviles con los cuales se realizan más de 2 millones de viajes persona-día, de forma tal que corresponde a este medio un 40% de la oferta instalada. El índice de posesión de automóviles muestra también un promedio de 0.88 automóviles por hogar, donde un 47% no tiene auto privado.

Ante un escenario donde sólo se dispone de un 10% del área urbana para la red vial primaria, una tasa media de crecimiento poblacional de 3%, con algunas zonas entre 7 y 10%, la obvia degradación de las condiciones de circulación, la sobrecarga de algunos corredores y la pérdida de competitividad de los medios de transporte colectivos, el Gobierno del Estado tomó la determinación de incidir en la oferta del sistema por medio de un red de metro.

3. Formación de la demanda de transporte y el concepto de corredor

La construcción y puesta en servicio de un sistema de transporte masivo sugiere la necesidad de reconsiderar la forma de operación de la movilidad urbana.

Surge la necesidad de transporte como respuesta a la misma actividad económica; así, el transporte es un bien intermedio en el modelo económico de cualquier región. Para cada viaje surgen motivos y razones particulares, y en virtud de ellos, y del perfil socioeconómico del usuario, tienen especial relevancia los atributos del modo de transporte que los usuarios *deciden* utilizar.

A cada viaje le corresponde uno y solo un par origen-destino o par O-D. Para cada par O-D existen diferentes modos y rutas opcionales de viaje. Cada usuario decide por una parte qué medio o modo utilizar, y por otro lado qué ruta geográfica seguir. Estas decisiones son guiadas estrictamente por una función de utilidad y el usuario pretenderá maximizar su valor cotidianamente.

En este mismo orden de ideas, los operadores del sistema de transporte (autobuses, taxis, metro, etc.) pretenderán identificar los deseos de viaje del conjunto de usuarios y ofrecer una capacidad instalada y facilidades que capturen la mayor cantidad de viajeros urbanos y por ende maximizen su rendimiento.

Todos los movimientos o desplazamientos se realizan dentro de la red de facilidades disponibles (vialidades, rutas de autobús, estaciones de servicio, paradas, etc.). A su vez, esta red no tiene una capacidad infinita y, por lo tanto, los costos de operación de la misma aumentan para todos los usuarios a medida que los flujos de usuarios sobre ella crecen.

En la figura #2 se observa cómo se configuran los pares O-D dentro de una red lógica formada por nodos y arcos. Si se asume que cada círculo o nodo representa el centroide de una zona y el número sobre el arco representa el costo de circular sobre esa rama de la red, resulta que para cada par O-D existirá un serie de rutas posibles con diferentes costos integrales de operación.

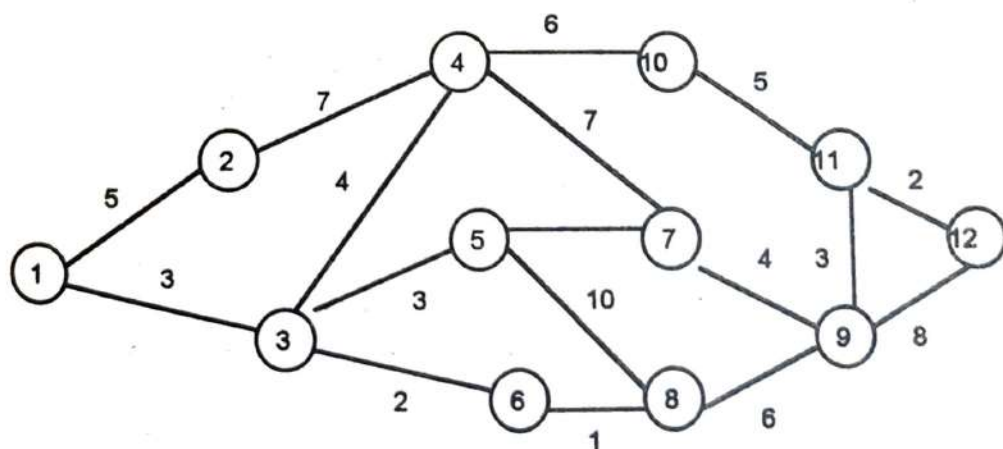


Figura #2

Configuración lógica de un árbol de red

En la figura #3 se presenta de forma simplificada una aproximación de la red mostrada en la figura #2 a la realidad metropolitana. A partir de las zonas de origen, comúnmente donde se encuentran los hogares, se inician los viajes hacia zonas de destino donde el 80% de los motivos de viaje corresponden a trabajo o estudio.

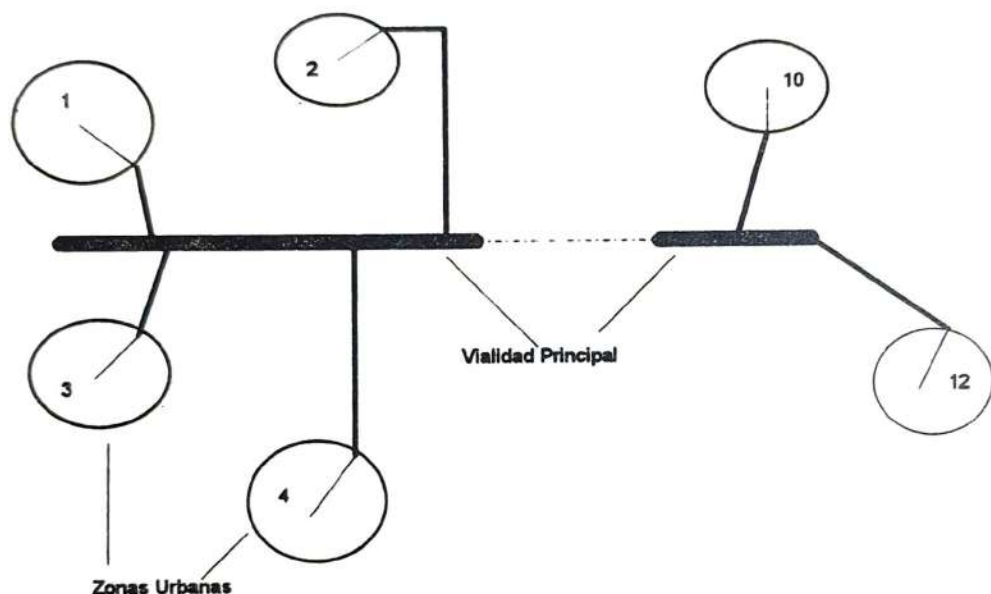


Figura #3

Configuración de Red Típica

Los elementos de las rutas de viaje para cada par O-D se escogen de los mismos segmentos de la red vial, llegándose el caso de que una misma rama de la red vial sirve a pares diferentes de O-D. Así se configura el caso de un gran corredor o vialidad primaria (que tiene como tributarios a distintas zonas del área conurbada), que ve aumentada su demanda a partir de los extremos hasta llegar a un sector de máxima utilización, para después disminuir hasta el valor mínimo en el otro extremo del mismo, al abandonar el corredor aquellos viajeros que cambian de dirección para llegar a su destino final.

Cada corredor de transporte tiene una capacidad máxima de operación medida en función del número de viajes que puede manejar sujeto a una mezcla modal determinada. Por ejemplo, un carril en tráfico mixto en flujo libre a 60 km/hora puede soportar alrededor de 1200 automóviles: con una

ocupación media de 1.6 pasajeros por vehículo reporta una capacidad de 3.200 viajes persona y por hora.

Un carril de autobuses también en tráfico mixto, con régimen de paradas aleatorio, 70 pasajeros de capacidad por unidad y una velocidad comercial de 15 Km/hora en flujo libre, puede soportar hasta 120 unidades/hora, para una oferta total de 8,400 pasajeros por hora.

Cuando la capacidad del corredor propende a la saturación bajo una mezcla modal cualquiera, se seleccionan las alternativas tecnológicas que resulten más rentables para aumentar la oferta. Bajo este criterio, puede llegarse a determinar la construcción de un sistema de transporte masivo como el metro ligero o una red de carriles exclusivos de autobús. La experiencia de otras ciudades similares a Monterrey ha demostrado que la sola ampliación del ancho o sección de las vías no responde como la mejor estrategia. Es más consistente una solución donde la red de transporte colectivo atrae cada vez a un mayor número de viajeros de automóvil.

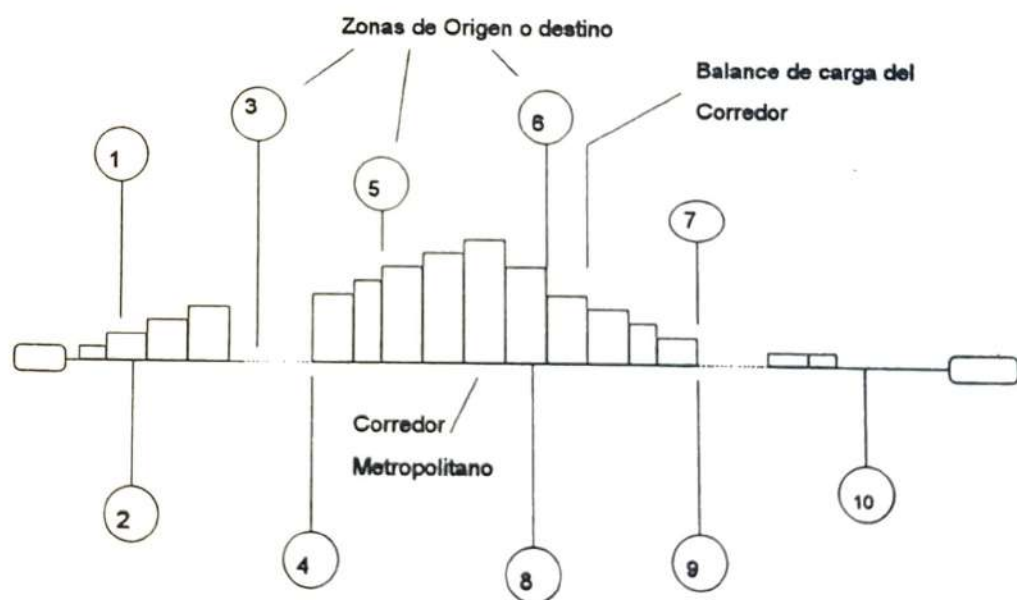


Figura #4
Operación de un corredor metropolitano

De acuerdo con el modelo de operación antes descrito, un corredor es utilizado por dos tipos de viajeros. Aquellos que "conmutan" su dirección de

viaje para llegar a su destino en algún punto de su recorrido, y los que tienen su origen y destino dentro de la zona de influencia "a pie" del propio corredor. Por lo regular, un corredor recibe una mayor carga por los usuarios del primer tipo o "commuters". Un caso típico se encuentra en la Avenida Cuauhtémoc, donde un 75% de los viajes que ocurren sobre esa arteria son de paso y tienen su destino fuera de la zona de influencia del corredor.

4. Operación de un corredor bajo un sistema no-cooperativo

Por un sistema "no-cooperativo" se entenderá aquel donde las medios de transporte (autos, metro, autobuses, etc.) no se encuentran coordinados ni en el volumen de unidades, ni en las frecuencias o itinerarios de paso. Considérese el caso de un corredor urbano que es explotado exclusivamente por el sistema de autobuses: las rutas captan pasajeros desde lo más profundo posible de las zonas de origen, se suman al corredor, avanzan sobre este último para después abandonarlo en otro punto para recorrer lo que se considera su zona de destino o arribo (ver figura #4).

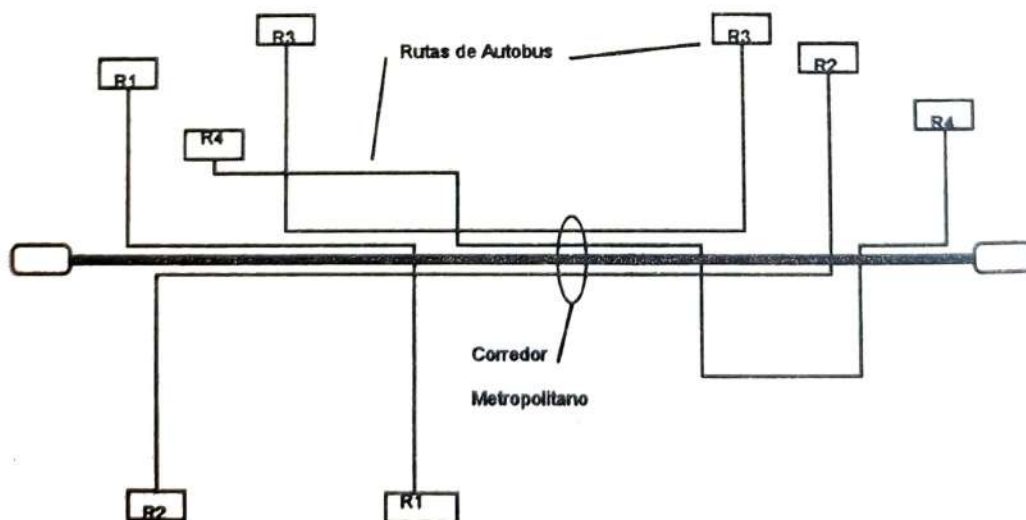


Figura #5

Operación de un Corredor por Autobuses en un Régimen
No-cooperativo.

En un sistema como el mostrado en la Fig. #5, a medida que aumentan su longitud las rutas de autobús, o que se incrementa el número de rutas que sirven a diferentes zonas, la carga del corredor también va en aumento, provocando la saturación y el congestionamiento del propio corredor.

El grupo de usuarios que tienen sus orígenes y destinos sobre el mismo corredor, es decir, que no conmutan, puede utilizar alternativamente cualquiera de las rutas que coexisten en un mismo segmento, creándose un fenómeno de competencia por viajeros de tipo "local".

5. Funciones a optimizar en el transporte urbano de pasajeros

De todos los desplazamientos metropolitanos, los más críticos para la vida económica son los que sirven a viajes de personas. Como ya se ha mencionado, el transporte no ocurre sino como respuesta a la ejecución de alguna actividad de tipo socioeconómica. En ese contexto puede decirse que el costo o la utilidad de cada viaje se suma o resta al costo o utilidad de la propia actividad a realizar. Como ejemplo, un viaje con motivo de empleo tendrá un costo que en este caso se restará del salario percibido. Otro caso se tiene en un viaje con motivo de compras, donde el costo de viaje se suma a los costos de los artículos comprados.

De acuerdo con lo planteado resulta claro que los patrones, y por ende las decisiones de viaje, se verán afectados por los costos de cada una de las diferentes alternativas disponibles para cada agente económico.

El peso o importancia de los costos de viaje también será relativo a la posición o estrato al que pertenezca cada agente social o económico. Lo cierto es que cada uno tratará de maximizar su utilidad o minimizar su costo dentro del ciclo económico regional.

Agentes económicos que participan en el sistema de transporte urbano de pasajeros

Es evidente que toda la economía de la región depende del transporte y por lo tanto, todos los ciudadanos tendrán algún grado de interés en el sistema de transporte. Sin embargo, para fines de este análisis, se definirán aquellos agentes cuya relación es preponderante con el sistema de transporte.

a. **Viajeros urbanos.** Son todas las personas que realizan viajes y que configuran la demanda por servicios de transporte. Son los "clientes" o

consumidores de la oferta o capacidad del sistema de transporte en sus distintas modalidades

Los viajeros urbanos pretenderán minimizar sus costos generalizados de viaje (CGV). Los estudios realizados en el AMM y la evidencia diversa, demuestran que la decisión de escoger un determinado modo de viaje se sustenta fundamentalmente en el tiempo de viaje como variable crítica. Aunque para los estratos bajos la tarifa puede resultar un elemento de decisión también importante.

b. **Prestadores del servicio.** Son todos los inversionistas que operan equipos para transportar personas en la red de facilidades urbanas creadas para la movilidad. Entre éstos se cuentan a los concesionarios y permisionarios, ecotaxis, transporte escolar, transporte de personal, etc. Puede existir o no una especialización en el mercado a explotar, y pueden existir modalidades adicionales como el transporte con fines turísticos, por ejemplo.

A los inversionistas en el transporte les interesa obtener un rendimiento máximo por el capital invertido, que a su vez será una función entre el ingreso neto y los activos netos en operación. Se asume que la entrada o salida al mercado estará determinada por los costos de oportunidad de cada uno frente al mercado de inversiones disponibles en la economía. Para los inversionistas, además serán importantes no sólo las ganancias actuales, sino las tasas de crecimiento del mercado y el riesgo de permanencia dentro del giro de negocios en el que opera.

Los inversionistas disponen de distintos medios para aumentar su rentabilidad. En el esquema actual, de precio regulado único, pueden optar por: "luchar" por su elevación, reducir sus costos de operación, mejorar su estructura de capital, y aumentar su productividad. Para conseguir la maximización, se utilizarán todas las técnicas típicas de administración de negocios prevalecientes.

c. **Gobiernos locales, tanto estatales como municipales.** Son parte crítica de la oferta del sistema de transporte, pues este último se desempeña sobre el conjunto de vías públicas y facilidades construidas. Su misión fundamental es aumentar el bienestar de la población, entre la cual se encuentran tanto los viajeros urbanos como los propios inversionistas. En ambos casos, fomentará las condiciones para que ambos agentes puedan obtener el máximo beneficio. Al mismo tiempo, buscará resolver las presiones políticas y sociales, que desembocan en la necesidad de realizar inversiones en el sector de la movilidad.

La función que los gobiernos pretenden maximizar es la rentabilidad social. La rentabilidad social se puede expresar de muy distintas maneras, sin embargo, en el tema de transporte la medición típica del éxito en este sentido estriba en: i) poder realizar la mayor cantidad de viajes-persona con el espacio vial disponible expresado en términos de área o monetarios, ii) minimizar el tiempo consumido por viaje-persona, y, iii) mantener el equilibrio en las finanzas públicas (egresos igual a ingresos más el crecimiento del producto regional).

Una función importante de los gobiernos locales es el eliminar las externalidades producidas por "fallas" en el mercado, y que éste no podrá resolver por sí solo. En este caso, se justifica la intervención de las instancias de gobierno. Un ejemplo claro de cosas que el mercado por sí solo no podrá resolver, se encuentra en el congestionamiento, donde ningún automovilista por sí solo podrá tomar una acción que altere la condición de aglomeración del tráfico vehicular. O por otro lado, ningún prestador del servicio por sí solo podrá mejorar el sistema de transporte de toda el AMM.

d. **Todas las entidades productivas.** La relación entre el sistema de transporte y el congestionamiento es directa. Un sistema de transporte deficiente incentiva la posesión y uso del automóvil, que como el medio más ineficiente, es causa de congestionamiento en las vías públicas, a donde concurre también el transporte de mercancías.

El resto de las entidades productivas buscarán, en el caso de las comerciales e inmobiliarias, mejorar la accesibilidad de sus negocios y tierras, y en el caso de las manufactureras y de servicios, reducir sus costos de distribución y abasto.

6. Formación de un sistema de transporte

El perfil de un sistema de transporte está constituido por elementos físicos y logísticos.

Físicos

- a. **Material rodante.** Equipo utilizado para el fin alojar a los pasajeros y satisfacer la demanda de viaje.
- b. **Red de calles.** Superficies de rodamiento sobre las que se desempeña el transporte.
- c. **Facilidades de ascenso y descenso.** Mobiliario urbano utilizado para el acceso a los vehículos. Puede ser desde terminales de intercambio o paraderos hasta las bahías y paradas en el recorrido de las unidades.
- d. **Peaje.** Equipo utilizado para el expendio de boletos, y colección y control del efectivo derivado de la operación.

Logísticos

- a. **Itinerario.** Recorrido practicado sobre la red vial entre 2 o más puntos terminales. Los puntos extremos o terminales definen la longitud de cada uno de los circuitos de operación de una ruta. Pueden coexistir recorrido cortos o largos dentro de un itinerario, así, en la hora pico puede existir una zona de alta demanda y para esa zona podrá diseñarse un circuito especial de operación temporal.
- b. **Régimen de paradas.** Forma en que opera geográficamente el ascenso y descenso de pasajeros. Puede ser: i) puntos fijos o preestablecidos y de parada obligatoria o sólo bajo la demanda de atención, y ii) puntos de parada aleatorios bajo llamada de los pasajeros. Este último es el que opera en el AMM.
- c. **Frecuencias de paso.** Medido por la cantidad de unidades por hora que circulan en cada segmento del itinerario y para cada período de la jornada de operación.
- d. **Régimen de marcha.** Para asegurar el cumplimiento de los servicios se establecen las velocidades de circulación y tiempos de recorrido

para cada zona inter-paradas: se representan con las curvas de aceleración y frenado.

e. **Programas de servicio.** Resúmen la información para usuarios y despachadores de las rutas acerca de los tiempos de arribo y salida de cada punto de control o terminal.

f. **Aseguramiento de la calidad.** Cada organización operadora despliega los mecanismos y normas que aseguran el cumplimiento, confiabilidad y seguridad de todos los servicios prestados.

La oferta de servicio del sistema de transporte se configura con los valores de la logística de la operación que antes se describieron. De la oferta o capacidad de servicio dependerá la rentabilidad de la operación y la satisfacción de costos mínimos para los usuarios.

7. Relación entre el diseño del sistema de transporte y la utilidad de cada uno de los agentes económicos

No se pretende en este trabajo presentar una modelación detallada del impacto entre el diseño del sistema y las condiciones de equilibrio y optimalidad de cada agente económico involucrado. Sin embargo, se puede señalar lo siguiente:

Demanda

a. El AMM se expande espacialmente a tasas que oscilan desde 2.5% hasta 11% anual (este último ritmo corresponde al cuadrante nororiente: Guadalupe, Escobedo y Apodaca).

b. La densidad habitacional es bastante desigual en la mancha urbana actual, sin embargo, como resultado de combatir la marginalidad, las densidades de habitantes por hectárea tienden a disminuir sensiblemente.

c. La distribución geográfica del empleo y el sector servicios muestra que la longitud de los viajes aumentan a una tasa anual de 4.7%. Siendo ésta, por sí misma, una de las fuentes de mayor ocupación de las vías públicas.

d. La diversificación del sector servicios impulsa la movilidad por habitante de 1.92 viajes por habitante-día en 1989, pasando por 2.00 en 1994, y pronóstico para el año 2000 de 2.04.

e. Todo lo anterior lleva a un mercado de viajes diarios, de 5'800,000 viajes-persona-día en 1994, y a un valor esperado para el 2000 de 6'900,000.

f. La reubicación de usos de suelo provoca variaciones en la dinámica de la demanda. Por ejemplo el fenómeno del despoblamiento del centro metropolitano

Oferta

a. La mezcla modal actual sitúa a los medios de transporte colectivos sirviendo al 60 % de la demanda de viajes: el automóvil sirve al restante 40%. La desproporción en productividad social es evidente, pues con alrededor de 3000 autobuses y 1000 microbuses se sirve a más de 3 millones de viajes persona-día, mientras que con 600,000 automóviles se satisfacen 2.4 millones.

b. Operan 147 rutas de autobús, de las cuales 16 son rutas periféricas (que no se dirigen a servir preponderantemente al centro metropolitano). Persiste una elevada "radialización" de las rutas de autobús, que provoca la acumulación de unidades en los corredores metropolitanos y el desperdicio, tanto de la capacidad instalada en la flota como en la oferta vial. Es importante hacer notar que todas las rutas están formadas por dos grandes partes: la primera, en la zona de origen donde prácticamente no existe otra ruta en coexistencia, y la segunda, donde comparte el espacio con algunas otras rutas. Este es un fenómeno propio del sistema radial de diseño en los itinerarios.

c. Ante las longitudes de viaje más largas, la rotación de asientos propende a bajar aun más, presionando la productividad y resultados de las empresas concesionarias.

d. El hacinamiento de las unidades en cada vez menos espacio vial reduce las velocidades de marcha, requiriendo de un mayor número de unidades para servir a un número de pasajeros que no aumenta en la misma proporción. La opción alternativa es la ampliación de las frecuencias de paso, que aumentan los tiempos de espera de los viajeros y por ende sus costos de viaje.

e. La expansión periférica de la mancha urbana ha obligado a la creación de ramales que operan a partir de los extremos de los desarrollos habitacionales, alimentando el ciclo de viajes más largos, menor rotación de asientos, menor rentabilidad, etc. La alternativa utilizada es aumentar la longitud de los recorridos a pie para los usuarios a pie, lo que significa una elevación real de los costos de viaje. También ha producido la introducción de servicios informales que trabajan en horas pico del día y que agudizan el propio congestionamiento vehicular y crean pleitos por el mercado.

f. Una característica importante de la oferta reside en que los ingresos de operación del sistema no dependen de los costos de viaje. Mientras el costo de los inversionistas es función directa de los kilómetro-vehículo (costos asociados a la distancia recorrida por la unidad, como son los combustibles o el mantenimiento) y de las horas-vehículo (costos asociados al tiempo de servicio, como son la depreciación, salarios de conductores, etc.), los pasajeros pagan por abordar las unidades, mas no por la distancia viajada. Lo anterior produce tres efectos característicos: necesidad de calibración, "monopolio geográfico", y rigidez en el diseño de los itinerarios.

- **Calibración.** Un segmento o itinerario nuevo exige ir determinando con la experiencia el número de pasajeros o ingresos brutos que reportará. El número de unidades se ajusta paulatinamente hasta obtener un rendimiento razonable.
- **"Monopolio Geográfico".** Hace referencia a que la manera de garantizar la máxima rentabilidad de un itinerario reside en que en las zonas de origen no se de la coexistencia de rutas pertenecientes a distinto grupo de operadores.
- **Rigidez en el diseño del itinerario.** Con el proceso de calibración lo que en realidad se obtuvo es el mayor número de ascensos observable para el recorrido practicado, aunque no reporte el valor óptimo de pasajeros por kilómetro vehículo, para la longitud operada. Cualquier cambio en el itinerario en cuestión, o de otros que sean paralelos, traerá como consecuencia una alteración en las condiciones de equilibrio de la red de transporte.

Todo lo anterior lleva a un contrasentido, pues aún cuando se aprecian los cada vez menores niveles de productividad en la explotación de los itinerarios en uso, éstos no pueden modificarse unilateralmente, por lo que

la única solución factible y de corto plazo para compensar las pérdidas de productividad pareciera ser el aumento en los precios o tarifas.

8. Escenarios esperados en la opción "no hacer nada"

Los impulsos que actualmente dirigen la evolución del transporte urbano de pasajeros en el AMM apuntan en las siguientes vertientes:

- a. Aumento en los tiempos de viaje, lo que profundizará el uso del automóvil, produciendo una disminución de la porción de mercado atendida por los medios colectivos.
- b. En un ambiente congestionado se desempeña mejor una unidad más pequeña, por lo que resultará natural que las unidades tipo microbús participen más en el servicio.
- c. Resurgimiento de los servicios de tipo informal en las zonas de origen, operando como circuitos de tipo local y especializado. Es muy probable que la especialización llegue a nivel geográfico, y algunos conglomerados industriales o de servicios instalen sus propios sistemas de transporte.
- d. Presiones tarifarias superiores al crecimiento de la inflación y de los propios salarios.
- e. Hacinamiento de unidades de transporte en las calles centrales, con un efecto similar al que ocurría en Juárez antes del programa de reordenamiento "Procentro". Las pérdidas de equipo serán tan severas, que se presentará una real y verdadera descapitalización.
- f. Se continuará construyendo la red troncal a un ritmo de 5 a 8 kilómetros por año, llegando a capturar una porción importante del mercado.
- g. Expansión del servicio de taxis en número amplio de variantes.

En síntesis, en la opción de "no hacer nada", se obtendrá una profundización en las condiciones de congestionamiento y saturación de la red vial, con todos los efectos nocivos que ello implica.

9. Perfil general del modelo de transporte deseable

Como ya se ha mencionado reiteradamente, los viajeros urbanos escogerán los medios de transporte colectivos porque representen una ventaja real por sobre los individuales, en este sentido para cada estrato socioeconómico los costos generalizados de viaje en medios colectivos deberán ser substancialmente menores que los del automóvil. Independientemente de las medidas que contribuyan a la aplicación del costo real al automóvil, los medios colectivos deberán ofrecer por si mismos ventajas relativas atractivas.

- a. **Versatilidad y flexibilidad.** El diseño de las facilidades de transporte debe permitir satisfacer a la mayor cantidad posible de combinaciones origen-destino o viajes metropolitanos. Deberá ser capaz de adaptar los itinerarios a las variaciones en los volúmenes y temporalidad en las demandas de pasajeros.
- b. **Accesibilidad.** Para toda el AMM deberán existir facilidades de transporte colectivo a no más de 300 metros a pie (3 a 5 minutos) adecuadas para cada estrato y zona socioeconómica.
- c. **Tiempos de viaje.** Las velocidades de servicio comerciales integrales deberán mantenerse entre 25 y 30 kilómetros por hora desde la óptica del usuario, es decir incluyendo los trayectos a pie y las esperas en puntos de ascenso y descenso.
- d. **Velocidad de operación.** Los vehículos deberán poder desplazarse a una velocidad promedio mínima de 30 kilómetros por hora.
- e. **Rentabilidad.** Deberá ofrecer márgenes de utilidad competitiva y constante en el tiempo, que garantice el flujo de capital hacia el servicio, de acuerdo a las demandas del mercado.
- f. **Intervención.** Operará con el menor grado de intervención o regulación exógena, siendo el mercado el propio impulsor del sistema en su conjunto.
- g. **Costos marginales.** Posibilitará la aplicación de costos marginales a los viajeros urbanos, evitando los subsidios cruzados entre los mismos pasajeros.

h. **Competitividad.** Todos los inversionistas deberán tener la misma oportunidad de acceder a mayores niveles de ingresos en virtud de la calidad y diversificación de los servicios prestados.

10. Efectos ocasionados por la inserción de un sistema masivo en un corredor servido por autobuses

Para esta exposición, deberá asumirse que la velocidades comerciales y capacidades por hora-dirección de los diversos medios son diferentes entre sí.

Para simplificar el análisis, se supondrá un solo estrato socioeconómico y únicamente tres medios de transporte: a pie, autobús y el propio sistema masivo.

Se considera también, como una aproximación de las funciones de utilidad de los usuarios a los costos generalizados de viaje (CGV), donde las tarifas forman parte de los mismos. Los costos integrales de viaje provienen de la suma de: pagos efectuados por tarifa, tiempo de caminado a la estación de ascenso, tiempo de espera en la parada, tiempo de viaje abordo, penalizaciones por transbordo, tiempo invertido en transbordos al destino final, y distancia de caminado al destino final. Se deben asimismo considerar los "premios" por la comodidad relativa de los sistemas en operación.

El primer efecto derivado de la presencia de un sistema masivo es un aumento en el volumen de oferta en el corredor. El sistema masivo (SM) capturará un volumen determinado de pasajeros hasta llegar a la nueva condición de equilibrio. De acuerdo con los estudios de selección bimodal basados en el modelo Probit que se han efectuado para el AMM, un 74% de los pasajeros escogerá; de entre dos medios de transporte disponibles; aquel que represente al menos una reducción de 26% en los precios integrales de viaje.

En la figura # 6 se ilustran diferentes decisiones de viaje. Las estaciones del metro se encuentran representadas por letras de la A a la H, mientras se indican 7 zonas metropolitanas.

Un conjunto de viajeros tienen como par O-D el ir de la zona 5 a la zona 2, bajo las condiciones actuales realizan el recorrido en autobús bajo determinado itinerario y su precio integral es PI . Con la presencia del metro pueden hacer el recorrido con la ruta: a) en autobús de la zona 5 a la

estación G, transbordar al metro en la estación G, en la estación G esperar el siguiente tren, recorrido de la estación G a la estación C, transbordar al autobús en la estación C, esperar el paso del autobús en la estación C y recorrer en autobús el trayecto de C a su destino final. Se presume que existen algunos trayectos a pie.

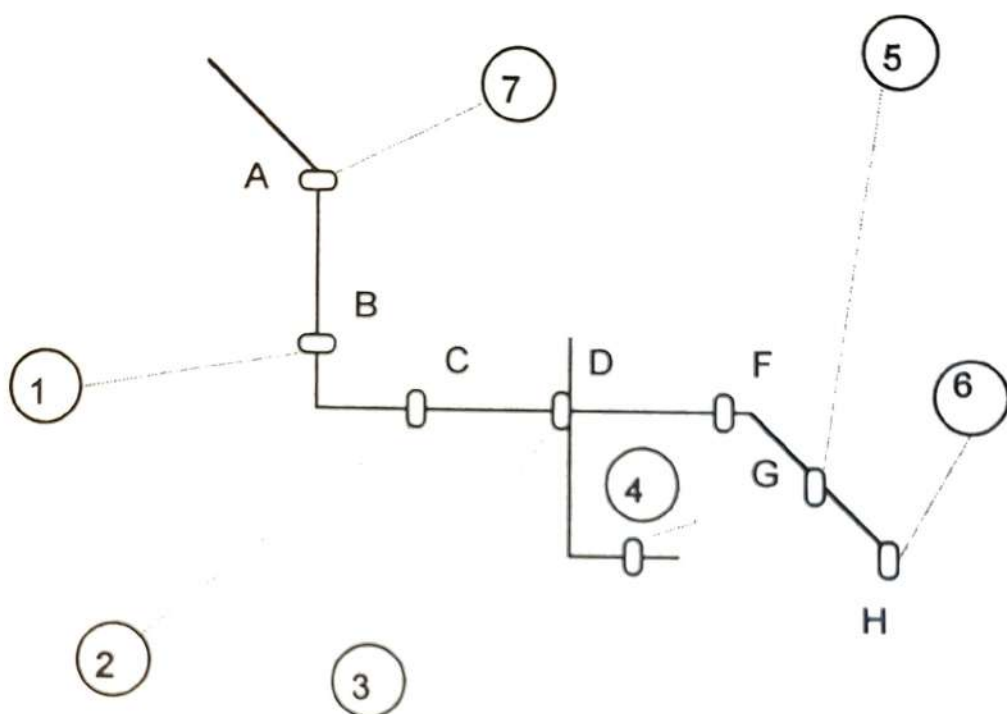


Figura #6

Decisiones de Viaje Metro-Autobús

Si el precio de viaje en el SM para el par 5-2 es menor en un 26% en comparación con el autobús, entonces un 74% de los pasajeros escogerán el recorrido descrito en lugar de cualquier otra alternativa. Un acotamiento importante en esta decisión es el supuesto de que existe información perfecta hacia los usuarios, es decir, estos últimos conocen los tiempos de arribo en cada trayecto y las frecuencias de paso de cada medio. El análisis puede ampliarse al caso de los automóviles y taxis con el mismo razonamiento.

11. Lineamientos de maximización

El sistema masivo maximiza su rendimiento cuando absorbe la mayor cantidad de viajes en cooperación con el resto del medios de transporte y se reducen las externalidades que el sistema tradicional ocasiona, como son la contaminación, el congestionamiento y la tasa de accidentes entre otras.

Los permisionarios y concesionarios del sistema de autobús maximizan, cuando bajo un precio o tarifa cualquiera logran una relación de pasajeros por kilómetro-vehículo óptima, para alcanzarla pueden optar, entre otras acciones, por el redimensionamiento de la oferta o por un aumento en el precio del servicio.

Los pasajeros maximizan cuando ven reducido su precio integral de viaje. Los viajeros urbanos se comportan como consumidores racionales, es decir, prefieren el producto que les produce el máximo beneficio percibido.

a. **Opción "no- hacer- nada".** En esta opción; que ya fue aplicada en la operación de la línea 1; no se hacen cambios substanciales en el esquema de transporte. El equilibrio del mercado se desplaza hasta que el metro captura los pasajeros de la zona de influencia del sistema, que son todos aquellos viajeros que tienen su O-D dentro de un radio de 200 metros a pie de cada estación, además de la demanda que cumple con la condición de máxima utilidad en la selección modal descrita en el apartado anterior.

b. **Opción de liberación del corredor.** Bajo este enfoque todas las rutas de autobús se alejan del eje del metro fuera de la zona de influencia del sistema masivo. El efecto sobre la demanda del metro será similar al de la Opción "do-nothing", sin embargo los precios del resto de los viajeros del sistema de autobús aumentarán al incrementarse las distancias a pie y los costos de transbordos en el conjunto de rutas. Se transfiere también el congestionamiento a otros corredores urbanos. Al aumentar también la longitud de las rutas, la productividad del sistema de autobuses se verá disminuída y las presiones tarifarias se agudizarán.

c. **Opción de Alimentación o de Sistema Cooperativo.** Partiendo del razonamiento de que las transferencias de demanda serán simétricas entre el sistema masivo y los autobuses, se diseñan rutas alimentadoras con autobuses bajo los criterios de optimalidad discretos que contribuyen al aumento de la zona de influencia del metro para capturar a los viajeros del tipo "conmuter". Se crean las medidas que faciliten la integración entre los

dos medios de transporte, como son: tarifas, información, zonas de ascenso y descenso, etc.

12. Propuesta de Sistema de Transporte Integrado (STI)

Para la comprensión del STI, deberá partirse de dos conceptos fundamentales aplicados a los desplazamientos metropolitanos: la conmutación de viajeros que forman corredores troncales, y la permanencia de un medio de penetración desde las zonas de origen y en las zonas e destino.

a. **Conmutación de viajeros.** Como ya antes se mencionó los viajeros urbanos, inician sus viajes en una zona de origen (alguna de las 793 que existen en la mancha urbana actual), utilizan segmentos de tipo local de la red metropolitana, después se agregan a un corredor o troncal (que son los de mejor conducta), avanzan sobre el corredor hasta que deben cambiar de dirección, se mueven de nuevo en un segmento de tipo local de la red, para finalmente llegar a su puerta de destino final. Como puede apreciarse en la figura # 7:

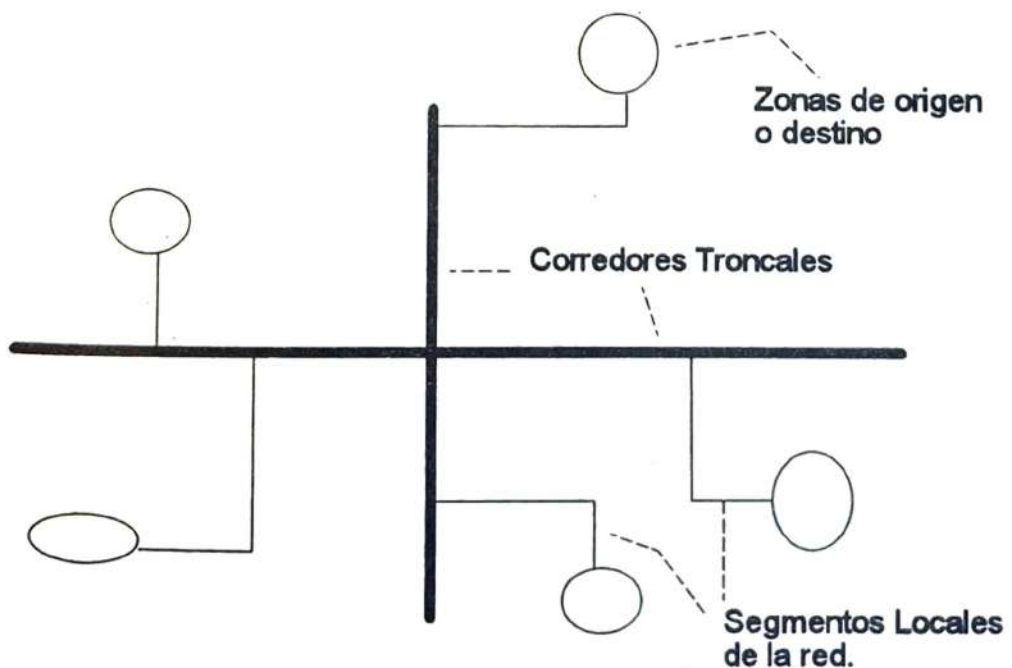


Figura #7

Diagrama Esquemático de la Movilidad Metropolitana.

b. **Permanencia de un medio de penetración.** Los cambios en la demanda se dan en los segmentos locales de la red, nunca en las troncales o corredores principales. Para acercar a los viajeros urbanos hacia las líneas troncales se hace necesario la operación de un sistema de rutas alimentadoras.

Actualmente todos los ramales de los itinerarios penetran hasta la troncal sobrecargando los corredores, con el consecuente desperdicio de espacio vial y vehículos o capacidad instalada.

Elementos físicos que integran el STI.

a. **Una red troncal,** constituida por el metro y los carriles exclusivos de autobús. Los autobuses a utilizar en las troncales son de un tamaño tal que puedan satisfacer cargas de 15,000 a 25,000 pasajeros por hora y dirección.

b. **Paraderos y terminales de intercambio.** En las zonas de más alta confluencia de viajeros, se construyen facilidades especiales para la conmutación en direcciones de viaje.

c. **Rutas alimentadoras o de penetración.** Para unir las zonas de origen o destino a las troncales y a las terminales de intercambio, operarán pequeñas (no más de 4 kms de longitud) rutas de autobús que llevarán a los pasajeros desde o hasta 300 metros de las puertas de destino.

d. **Sistema de peaje y boleto multimodal.** Mediante la utilización de máquinas expendedoras adecuadas para autobuses, se expenden los boletos sencillo y los tickets de transferencia entre las rutas alimentadoras y las troncales.

e. **Puntos de ascenso y descenso.** Tanto en las troncales como en las rutas alimentadoras existirán refugios para abordaje de las unidades, en éstos se incluirán el mapa de todo el STI, que resulta sumamente simple en comparación de la aglomeración actual de itinerarios.

Organización para el servicio

- a. Se constituye un organismo de capital mixto, que para fines de éste trabajo se denominará "URBANA, S.A.", que será responsable de la construcción de las líneas troncales. Se harán las emisiones públicas de acciones de URBANA, S.A. de forma tal que se garantice la más amplia y diversificada participación de la comunidad.
- b. Los vehículos para uso en las rutas alimentadoras serán propiedad de particulares y sus ingresos serán una función de los kilómetros-vehículos recorridos y del cumplimiento de los itinerarios de servicio. Para el efecto se convocará a la participación de los inversionistas interesados en "arrendar" unidades a URBANA, S.A. sobre la bases generales antes mencionadas. Es importante recalcar que los ingresos, en este caso de los transportistas interesados no dependerán de los pasajeros que aborden las unidades sino de las distancias que recorran las vehículos en cuestión.
- c. URBANA, S.A. Será la propietaria del equipo de peaje y coleccionará los ingresos producto del pago de los viajeros urbanos. A su vez será responsable del mantenimiento de las vías exclusivas de autobús. Pagará a los Municipios por la utilización del capital público que significa el espacio urbano utilizado.
- d. URBANA, S.A. construirá las terminales de intercambio y explotará las oportunidades comerciales que giran su alrededor.
- e. Los vehículos a utilizar en los carriles exclusivos de autobús también serán sujetos al mismo tratamiento de las alimentadoras, y serán arrendados por URBANA, S.A. sobre las bases antes mencionadas.
- f. El aseguramiento de la calidad del servicio se realizará por una entidad pública denominada en éste trabajo como "METROBUS", será responsable del control radial de los itinerarios y de la inspección de los servicios que preste el STI. METROBUS operará con un consejo de administración donde se encontrarán representados los Municipios y el Gobierno del Estado. Cobrará a URBANA, S.A el costo de los servicios que preste.
- g. Las sinergias y mejoras en la productividad permiten la liberación de capital para explotación en las modalidades de transporte que el mercado demande. A medida que se avance en la implantación del STI se dan las condiciones para una real desregulación del mercado. Se propone la

constitución del Sistema de Transporte Liberado (STL), para aquellos prestadores del servicio actuales, o inversionistas interesados, podrán desarrollar los nichos de mercado que les resulten atractivos sobre la base de un mercado totalmente desregulado. Dentro del STL se podrán desempeñar todas las iniciativas que sea deseable explotar.

h. Se hacen las adecuaciones legales requeridas para la operación del STI y el STL.

i. La imagen del STI, que incluye las troncales y alimentadoras tendrán una imagen uniforme y única. El STL dependerá del propio mercado.

13. Análisis de impactos socioeconómicos derivados del STI

a. Se reducen los costos generalizados de viaje en más de un 50%.

b. Se reducen los costos de operación de los autobuses, al disminuir la cantidad de kilómetros-vehículos y horas-vehículo por pasajero.

c. Al aumentar la productividad del sistema de autobuses, se libera capacidad instalada para explotar otros mercados en el SLT.

d. Disminuye el riesgo de operación para los autobuses de las rutas alimentadoras, al asociar sus ingresos con sus egresos, mediante el pago por kilómetro recorrido.

e. Se inicia la marginalización de las tarifas aplicadas a los pasajeros, lo que evitará subsidios cruzados entre los propios usuarios que viajan distancias cortas hacia los que viajan distancias largas.

f. Se reduce substancialmente el congestionamiento en los corredores metropolitanos. Como ejemplo, en el centro de Monterrey, sólo circularían 350 unidades en lugar de las 2,400 que actualmente penetran a esa zona.

g. Disminución de los costos de mantenimiento de las vialidades principales.

h. La operación con base en unidades arrendadas permite el reconocimiento de la calidad de los servicios prestados, así quien mejor servicio ofrezca accederá a mejores niveles de precio.

- i. Se reduce la intervención estatal, con lo cual las distorsiones en el mercado se verán minimizadas.
- j. Al no interactuar con las corrientes de tráfico, se verá reducida la tasa de incidentes de tránsito donde se ven involucradas unidades del transporte colectivo.
- k. La operación del sistema de peaje termina con los problemas asociados a la venta de boletos, como son la evasión de las tarifas y conflictos de cambio de efectivo. Asimismo, los conductores verán reducida su carga de trabajo para concentrarse en el manejo y cuidado de pasajeros y unidades.
- l. La presencia de un régimen de paradas obligatorias reduce los riesgos para los viajeros urbanos, y producirá un aumento en las velocidades de circulación.
- m. Los carriles exclusivos de autobús presentan también la mejor opción para la circulación de vehículos de emergencia, como ambulancias bomberos, policía, etc.

14. Estrategia de realización

Se ha insistido en la necesidad de un enfoque radical de mejora en los servicios de transporte colectivos, con la finalidad de que sean más competitivos que el automóvil privado.

La propuesta del STI presenta elementos de cambio estructural:

- a. La reducción de los CGV es consistente y permanente. No habrá degradación posterior.
- b. Crea las condiciones para operar en un marco competitivo, y que el mercado premie la calidad en el servicio.
- c. Crea oportunidades de diversificación para la inversión y el servicio.
- d. Produce una mayor certidumbre en cuanto a resultados financieros para los inversionistas.

Impulsos estratégicos

- a. **Gradualismo.** Resulta claro que un cambio de la magnitud planteada debe operarse por etapas, indicadas por el avance en la construcción y puesta en servicio de los corredores troncales o vías exclusivas.
- b. **Participación.** El éxito del STI dependerá de la obtención del más amplio consenso posible en los involucrados, partiendo siempre de la base de que el transporte de pasajeros es un servicio público.
- c. **Compromiso.** Siempre existirán múltiples razones para no hacer las cosas, deberemos buscar una razón para que si funcionen.
- d. **Flexibilidad.** Adaptar sin destruir.

Anexo: Teoría Económica y Demandas de Viaje

Uno de los elementos teóricos más útiles para el análisis del transporte es el que se encuentra en el campo de la economía. Si se considera al transporte como una mercancía que es comprada y vendida, entonces puede encuadrarse dentro de la definición de "bien económico". Dado que el transporte tiene un mercado, existen mecanismos por los cuales el precio y el volumen de venta pueden ser determinados.

Oferta y demanda en el transporte

Para utilizar la teoría de conducta del consumidor en el transporte se hace necesario establecer algunas premisas iniciales. Primero, en la mayoría de los casos los viajes no se hacen por sí solos, hay una demanda conjunta para viajar y ejecutar alguna actividad al final del viaje, en consecuencia en el sentido económico, la utilidad ganada por el individuo es la utilidad total del viaje y la de la propia actividad, y el costo total o precio integral gastado es el costo o precio integral del viaje y de la actividad. Entonces si la utilidad total del viaje y la actividad pueden ser observados y modelados, y el precio integral puede ser estimado, se podrá construir una curva de demanda.

Segundo, debe establecerse el postulado de que variaciones en el precio del viaje producirán también variaciones en el volumen de viajes, esto puede ser observado cuando el precio del metro o de los taxis varía, se producen aumentos o disminuciones en el volumen de demanda de los sistemas de transporte.

Oferta

En el enfoque microeconómico estándar "las historias" de oferta y demanda se cuentan en un ambiente de competencia perfecta, donde hay un gran número de productores y consumidores de tal suerte que ninguno de ellos puede influenciar desproporcionadamente el precio de un bien. Está claro que, en el caso de las facilidades de transporte éstas se encuentran en una situación de competencia extremadamente imperfecta, que está más cercana del monopolio que de cualquier otra condición económica.

El concepto de curva de oferta es el que determina la respuesta del precio a variaciones en el volumen de la oferta. En planeación de transporte se ha extendido éste concepto para permitir una "reingeniería de la curva de demanda" a ser definida como la respuesta del precio - volumen en un mercado no-competitivo. Para hacerlo es preciso definir el concepto de precio integral de viaje en términos de sus elementos constituyentes. El precio integral de viaje es el conjunto de recursos requeridos para "consumir viajes", estos recursos incluyen: dinero, tiempo, energía, confort, riesgos, etc.

La curva de precio-volumen; que es un término más adecuado que curva de oferta; puede ser definida como la respuesta del precio en una porción fija (link o rama), por ejemplo de un corredor urbano o de una carretera. Si hay un volumen de entrada tan bajo a un corredor (tan bajo que el viajero que entra no ve a nadie más circulando en él) entonces el precio que el percibirá será el mas bajo posible. El tiempo invertido será mínimo, no habrá riesgos, los costos de energía serán mínimos, etc., como el volumen se incrementa el precio comenzará a aumentar a una tasa cada vez más rápida. Este fenómeno es particularmente importante en transporte, lo que muestra es que la velocidad de un corredor decrece a medida que la densidad de viajeros aumenta (ver figura A-1). El volumen de salida de un corredor corresponde a los viajeros que circulan por él en un intervalo de tiempo cualquiera, el volumen de entrada puede superar al de salida y entonces se tendrá una elevación en el precio y la ocurrencia de congestionamiento.

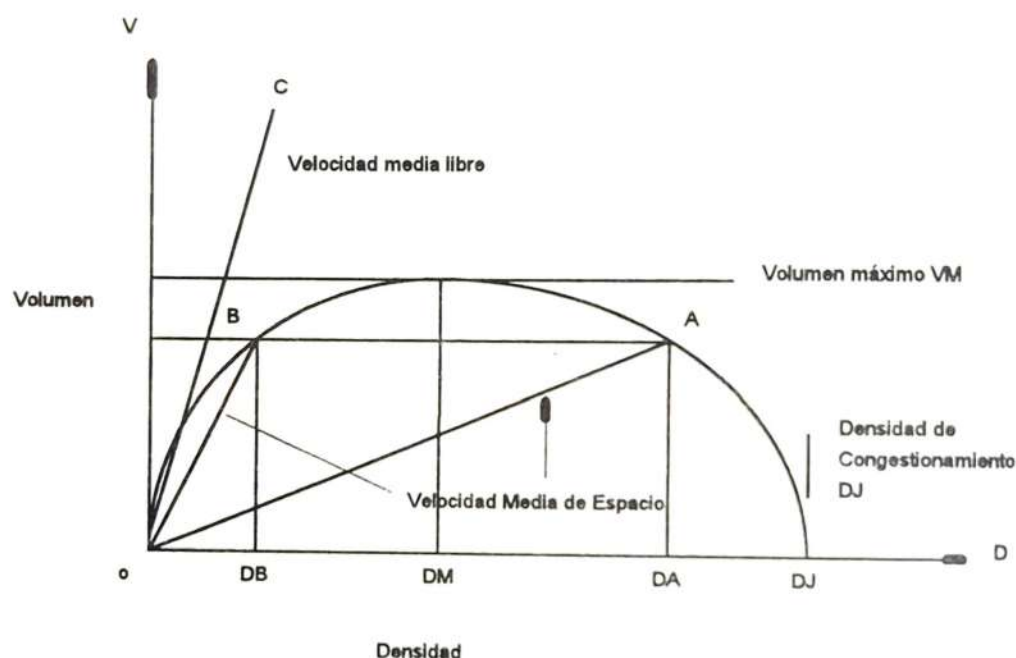


Figura A-1

Diagrama Fundamental de Flujos en un Corredor Vial.

Equilibrio

Para determinar el volumen actual de viaje y su precio, las curvas de demanda y la de precio-volumen pueden graficarse sobre los mismos ejes (Ver figura A-2). La intersección de las dos curvas en O da un estimado del precio apropiado y el volumen de viajes para la rama o link bajo estudio. Si un volumen mayor, V_1 , fuera a utilizar la rama, el precio sería p_1 de acuerdo con la curva de precio-volumen. Sin embargo, el volumen V_1 podría únicamente ocurrir al precio p_2 de acuerdo con la curva de demanda, y por lo tanto se crearía una inestabilidad. Al precio p_1 , un volumen V_2 utilizaría la rama, en lugar de V_1 . Sin embargo el volumen V_2 debería ocurrir al precio p_3 , y de nuevo una inestabilidad se presentaría. El ciclo continuará hasta que el punto O se alcance, en el cual las curvas de demanda y precio-volumen se encuentran en equilibrio.

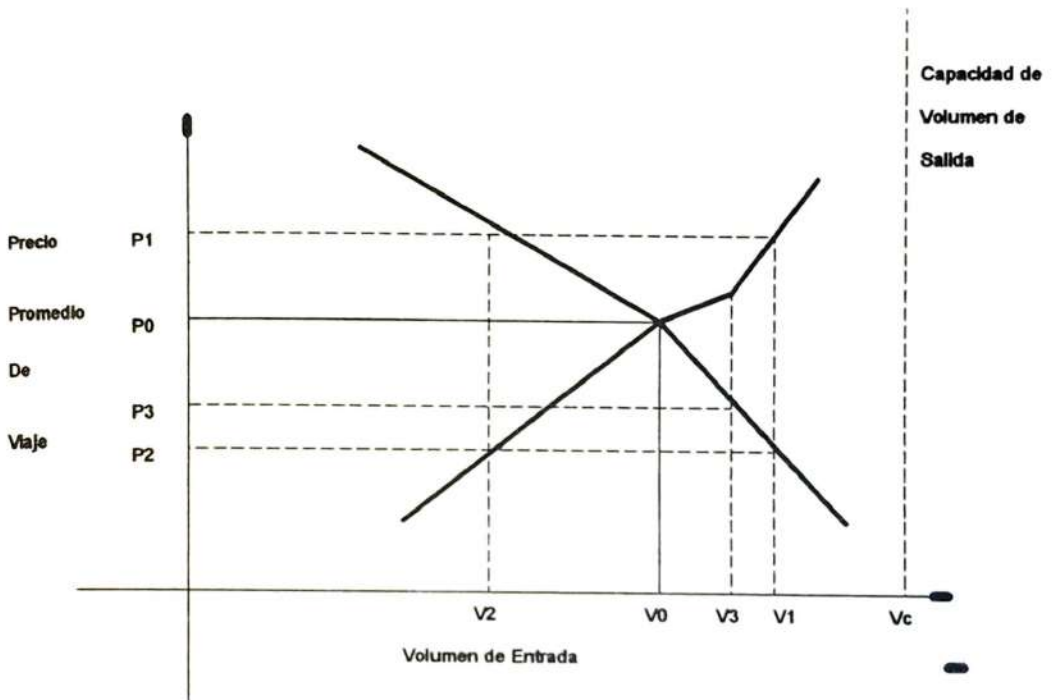


Figura A-2

Equilibrio de las Curvas de Demanda y Precio-Volumen

Cambios en la Capacidad

La adición de una mayor capacidad a un corredor, como es el caso de una nueva línea de metro, producirá una nueva curva de precio-volumen que afectará substancialmente la distribución modal de viajes al cambiar las utilidades y precios de los viajes sobre el corredor ahora ampliado. Debe apuntarse sin embargo, que con el aumento de la capacidad sobre la red se introducen también errores en el manejo de promedios al examinar las respuestas bajo cambios en el sistema de transporte.

El impacto en la economía local de cambios en el sistema de transporte urbano

Hernán M. Villarreal Rodríguez*

En generalmente aceptado que el Sistema de Transporte Urbano afecta de alguna forma la actividad económica de una ciudad o región. Aquí se plantea un modelo teórico que, con la inclusión de los datos pertinentes, permitiría cuantificar los impactos en la economía resultado de modificaciones en dicho sistema. El sistema de transporte urbano afecta la economía local pues: altera el movimiento de mercancías y personas dentro del AMM, y cambia las relaciones económicas del AMM con otras regiones competidoras. Un mejor sistema de transporte, reduce costos al disminuir gastos de transportación de insumos y productos, por lo que al reducir el precio que las familias pagan por el servicio, se traduce en una expansión del ingreso disponible para el gasto en otros productos de la economía. La estimación del sistema de relaciones propuesto, permitiría también el cálculo de impuestos "óptimos" para eliminar externalidades negativas —como el congestionamiento— de la intervención de las empresas y familias en el esquema vial de la ciudad.

1. Introducción

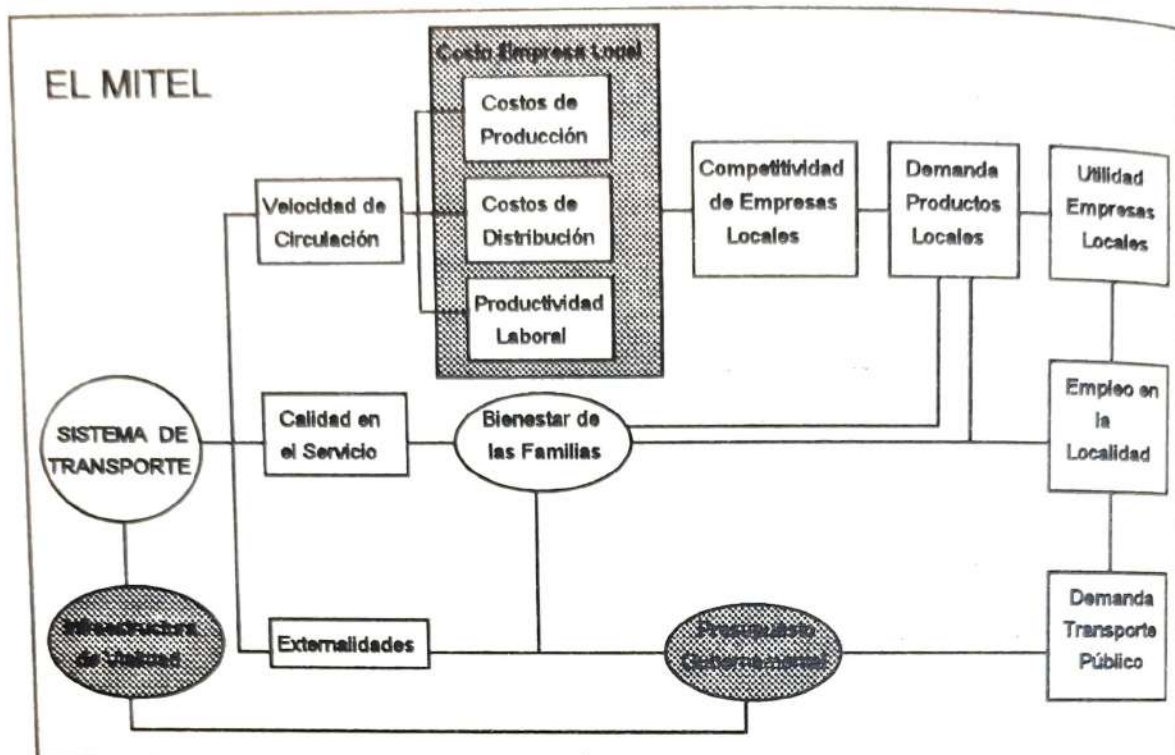
El funcionamiento del Sistema de Transporte Urbano (STU) puede afectar significativamente a la economía local principalmente por dos conductos:

- 1) afectando el movimiento de mercancías y personas dentro del Área Metropolitana de Monterrey (AMM), y
- 2) afectando las relaciones económicas que el AMM tiene con otras zonas externas competidoras.

La eficiencia del STU se fundamenta en una estructura de vialidad y en un esquema de funcionamiento que afectan a empresas y consumidores.

El diagrama siguiente esquematiza el Modelo del Impacto del Transporte en la Economía Local (MITEL), en él se puede ver la relación entre inversión del gobierno en infraestructura vial y sus impactos económicos potenciales.

* Subdirector, Centro de Investigaciones Económicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.



2. Los participantes

Las relaciones internas y externas que se ven influenciadas por el STU se describen dividiendo la economía local en tres amplios sectores: empresas, familias, y gobierno.

Las empresas representan unidades económicas que producen o extraen productos o servicios para la venta. Sus productos fluyen hacia uno de tres usos finales:

- consumo local,
- uso como insumo intermedio de empresas locales,
- consumo externo a la localidad.

Un mejor STU incide directamente en tres factores que afectan la competitividad de las empresas locales, estos factores son:

- 1) **Los costos de producción:** disminuyendo los gastos en transportación de insumos y beneficiándose de precios más bajos de insumos.
- 2) **Los costos de distribución:** disminuyendo los gastos en transportación de los productos.

3) Productividad laboral: beneficiándose de una mano de obra con más tiempo libre, más descansada, y un salario relativo mayor.

La mayor competitividad de las empresas locales implica que aumentará la demanda de productos locales en detrimento de los productos de otras zonas. Por otro lado, el mayor salario relativo también incrementa la demanda.

En la actual situación de fuerte competencia a nivel nacional e internacional, este aumento de la demanda podría implicar la supervivencia de muchas empresas del AMM, ya que los impactos son "retroalimentadores" y sus efectos son mayores de los que en principio parecen ser.

Competitividad y mayor demanda implican incrementos en las utilidades, y estas últimas representan inversiones que crearán empleo, y la mayor generación de puestos de trabajo se traduce para las empresas en nuevos incrementos en la demanda, lo que refuerza el aumento en las utilidades.

Algunos tipos de empresas también podrían experimentar otros impactos positivos de demanda debido a inversiones en infraestructura vial; por ejemplo, las dedicadas al turismo o al desarrollo inmobiliario pueden beneficiarse por las mejoras en la accesibilidad de las tierras.

Las familias tienen un papel dual en la economía local. Por una parte representan el principal insumo en el proceso de producción, siendo el pago al trabajo parte importante del costo de las empresas. Por otro lado, también juegan un rol importante como principal consumidor de los productos producidos dentro de la localidad. Como consumidores, las familias están interesadas en obtener los productos al menor precio posible. Son además los usuarios principales de las tierras urbanas, y constituyen el grueso de la captación fiscal de los gobiernos estatal y municipales.

Los impactos del STU sobre las familias son diversos. Mayores tiempos de viaje reducen los ingresos relativos que reciben, una mejor calidad del servicio aumenta el bienestar de los individuos y la productividad laboral al encontrarse éstos con una mayor disposición al trabajo.

Por otro lado, las externalidades negativas que crean los distintos STU disminuyen el bienestar de las familias: el congestionamiento aumenta el riesgo de accidentes, se genera contaminación del aire, ruidos, etc.

Los gobiernos estatal y municipales dependen de los ingresos provenientes de impuestos a la propiedad y de la aplicación de derechos de uso de la infraestructura urbana, para financiar servicios de tipo local. Los gobiernos incurren en gastos derivados de las externalidades negativas que crea el STU, y reciben ingresos por los beneficios que tienen los terrenos aledaños a las infraestructuras de vialidad, y por la operación del STU, como son los aplicados a placas, licencias, y derechos de uso de estacionamiento en la vía pública.

3. Relaciones funcionales

Precios:

La competitividad de una empresa consiste en la capacidad de ésta para ofrecer precios más bajos, por tanto, es importante cómo se simule la formación de los precios.

Se tienen que clasificar 60 sectores económicos en "comerciables" y "no comerciables". Existen 15 productos (o sectores) de no comerciables, y el resto son comerciables.

La regla de formación de precios de los bienes comerciables es la siguiente:

1. Observar los sectores que presentan mayores exportaciones a nivel nacional, y conociendo P_i^* , t_i^X y P_i^o encontrar d_i :

$$(1) \quad P_i^o = e P_i^* (1 - t_i^X - d_i)$$

donde, e , es la tasa de cambio (pesos/dólares), P_i^* es el precio mundial del producto i , t_i^X es el arancel que tienen que pagar las exportaciones mexicanas, y d_i son los costos de transportación en que incurren las empresas exportadoras tomado como el flete por unidad de producto de la Ciudad de México a Laredo, ésto porque más del 50% de la actividad económica del país se realiza en el Distrito Federal y estados aledaños.

2. Observar los productos que más se importan a nivel nacional, y corroborar el valor de d_i :

$$(2) \quad P_i^o = e P_i^* (1 + t_i^m + d_i)$$

donde t_i^m es la tarifa *ad valorem* que pagan las importaciones en México.

3. Conociendo los precios P_i^o , el costo unitario de transportación d_i (tomado como el flete entre Monterrey y la Cd. de México), y utilizando la expresión siguiente:

$$(3) \quad P_i = P_i^o (1 - d_i)$$

se pueden encontrar los P_i para los sectores que envían productos al resto del país.

4. Y para los sectores que son compradores del resto del país calcular, P_i mediante:

$$(4) \quad P_i = P_i^o (1 + d_i).$$

Habiendo definido todos los parámetros entonces los precios son:

$$(5) \quad P_i = \max \{ e P_i^* (1 - t_i^x - d_i), P_i^o (1 - d_i) \}$$

para los sectores exportadores netos. Y para los importadores netos los precios estarían dados por:

$$(6) \quad P_i = \min \{ e P_i^* (1 + t_i^m + d_i), P_i^o (1 + d_i) \}.$$

En el caso de los productos no comerciables, suponemos que éstos se definen en función de costos mediante:

$$(7) \quad P^n = P A^n + g^n + s^n + k^n$$

donde A^n es la matriz de coeficientes de insumo-producto para los sectores no comerciables, g^n es el vector de impuestos indirectos por unidad de producto, s^n es el vector de pagos salariales por unidad de producto, y k^n es el vector de ganancias por unidad de producción.

Supongamos que "acomodamos" los productos de forma que primero colocamos a los exportables P^x , después los importables P^m , y por último los no comerciables P^n , entonces todos los precios los podemos representar en un vector como el siguiente:

$$(8) \quad P = (P^x, P^m, P^n).$$

Aunque en el caso de los bienes comerciables el precio lo determinan factores externos, también existe un vector de ganancias por unidad de

producción k que se obtiene de forma residual. Invariablemente, no importa cómo se formen los precios, se tiene un vector de ganancias por unidad de producción:

$$(9) \quad k = P - (P A + g + s)$$

Inversión:

Distinguimos tres factores de producción que deberán ser retribuidos, y que implican los costos que tienen que enfrentar las empresas, los factores son:

- materias primas,
- administración y distribución,
- trabajo.

Suponemos que nos encontramos en un mercado competitivo, en el cual el precio del producto se descompone en los costos y ganancias unitarias que dependen de la competitividad de las empresas locales respecto a las de otras zonas externas.

$$(10) \quad P_i = CM_i + k_i$$

donde P_i es el precio del producto i , CM_i el costo medio de producir una unidad de producto i , y k_i son las ganancias por unidad de producción.

Si K_i es la cantidad de activos físicos necesarios para la producción de q_i , entonces:

$$(11) \quad (q_i k_i) / K_i$$

es el rendimiento sobre los activos que implica producir q_i unidades de i . Para el siguiente período, la empresa seguirá con el mismo nivel de activos siempre que k_i sea mayor que cero. Si k_i es menor que cero, la empresa (el sector) disminuirá la cantidad de activos para el siguiente período. Suponemos que la disminución de activos es de la misma magnitud que el monto de las pérdidas (supuesto *ad hoc*), es decir:

$$(12) \quad \text{si } k_i < 0 \text{ entonces } K_i(t+1) = K_i(t) + q_i k_i.$$

Si $k_i > 0$, entonces la posible expansión de la planta productiva dependerá principalmente de dos factores: de que el producto sea comerciable o no comerciable, y de la tasa de interés que esté pagando el sistema financiero.

En el caso de bienes no comerciables, las inversiones han de tomar en cuenta dos factores:

- que $(q_i k_i / K_i) > r$,
- que el crecimiento no exceda la demanda esperada.

En el caso de bienes comerciables, las inversiones en activos tendrían que cuidar dos factores:

- que $(q_i k_i / K_i) > r$,
- que el crecimiento no exceda el 50% anual, dado que existen "barreras al crecimiento", como capacitación, amenazas de sanciones, etc. (supuesto *ad hoc*).

El monto total de inversión potencial es:

$$(13) \quad \Pi = \Sigma (q_i k_i),$$

dicha inversión fluirá primero hacia actividades que tengan mayor $(q_i k_i / K_i)$, pudiéndose utilizar en inversión local todas las ganancias, Π , o parte de ellas.

Por otro lado, se supone que si se agota Π , y siguen existiendo sectores con productos que muestran rentabilidad atractiva, entonces se complementará la inversión local con inversión de otras zonas.

Por tanto, el total de inversión INV , lo dividimos en inversión local INV^a e inversión externa INV^e :

$$(14) \quad INV = INV^a + INV^e$$

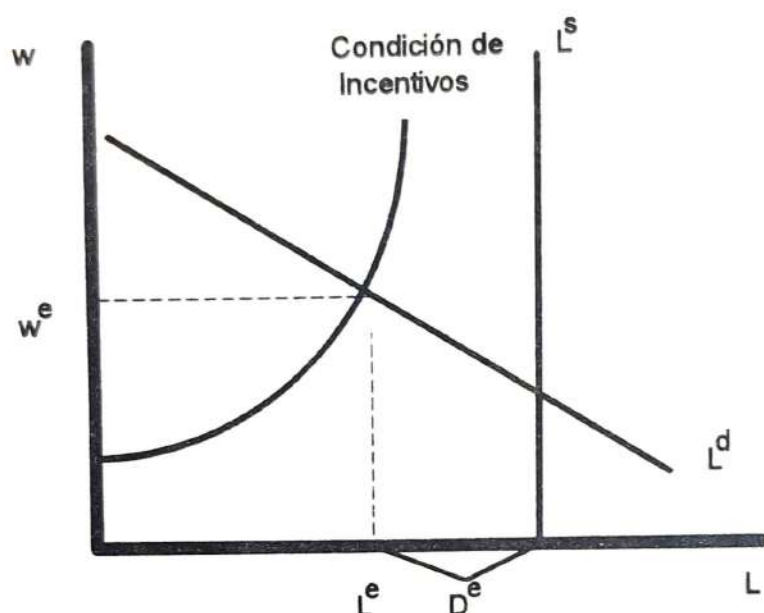
Oferta de trabajo:

Supongamos que la mano de obra se puede desplazar de un sector a otro, y que las diferencias salariales entre sectores muestran solamente la desutilidad que tienen los distintos tipos de trabajo, entonces:

$$(15) \quad \Sigma L_i = L^d$$

indica la demanda de trabajo del AMM, y L^s , es la oferta de trabajo que crece año con año al crecer la población.

En un modelo de salarios de eficiencia, el equilibrio (w_i^e, L_i^e) se logra con un nivel de desempleo D^e , la siguiente gráfica nos muestra cómo sería el funcionamiento.



Al aumentar el nivel de desempleo, se traslada la condición de incentivos y es posible reducir los salarios reales. Contrariamente si la oferta de trabajo crece más lentamente que la demanda de trabajo, el desempleo disminuye y aumentan los salarios reales.

Para calcular cuál es la relación entre w_i y desempleo, se necesitan varias observaciones. Utilizando la información de desempleo abierto de las principales ciudades del país, y el último censo económico es posible encontrar:

$$(16) \quad w_i = f(D).$$

Producción:

Suponemos que los coeficientes de insumo-producto son invariantes ante incrementos en la inversión, y que la producción se ajusta inmediatamente a cubrir los requerimientos de demanda final e intermedia.

Siempre existe cierto nivel de capacidad instalada en exceso, lo que permite en el corto plazo aumentar el nivel de producción aun cuando no se haya incrementado la inversión en activos físicos. Este comportamiento se modela suponiendo una función de producción Cobb-Douglas para la producción de cada producto i .

$$(17) \quad q_i - A_i q = a L_i^{\alpha_i} K_i^{\beta_i}$$

donde el capital K_i viene dado por:

$$(18) \quad K_i(t) = K_i(t-1) + INV_i$$

y el nivel de empleo del sector está dado por:

$$(19) \quad L_i^d = ((q_i - A_i q) / (a K_i^{\beta_i}))^{1/\alpha_i}$$

Demanda:

La demanda de productos finales está en función del ingreso disponible Y , éste está conformado por los ingresos de los trabajadores, y por el monto de intereses reales que reciben las empresas del sistema financiero, más el rendimiento real esperado de las inversiones en nuevos activos físicos.

$$(20) \quad Y = \sum (w_i L_i) + r(\Pi - INV^a) + (q_i k_i / A_i) INV.$$

Implícitamente, se supone que los dividendos son la rentabilidad de las nuevas inversiones.

Suponemos que los consumidores del AMM comparten una función de utilidad que cada uno maximiza sujeto a su restricción presupuestal, y que ésta tiene una forma que conduce a un Sistema Lineal de Gasto (LES), es decir que la utilidad tiene la forma:

$$(21) \quad U = \sum m_i \log(c_i - \theta_i)$$

donde c_i es el consumo del i -ésimo producto y donde m_i y θ_i son parámetros de la función de utilidad. Maximizando (21) sujeto a la restricción presupuestal encontramos una forma explícita de c_i :

$$(22) \quad c_i = \theta_i + m_i (Y - \sum P_i \theta_i) / P_i$$

Esta expresión puede interpretarse como que θ_i es un valor que indica el mínimo nivel de consumo del bien i . Entonces, $\sum P_i \theta_i$ es el costo de la canasta de consumo mínima. Cualquier exceso de ingreso Y sobre el "piso" $\sum P_i \theta_i$ es distribuido entre los distintos productos de consumo de acuerdo a las proporciones (m_i / P_i) . Identificamos a m_i como la "distribución presupuestal marginal" que nos dice cómo los consumidores distribuyen su ingreso por encima del nivel mínimo.

4. El Sistema de Transporte Urbano

Como antes se dijo, un mejor sistema de transporte disminuye los costos al disminuir los gastos de transportación de insumos y productos. La reducción de los gastos de transporte se introduce modificando los coeficientes de producción relacionados con el movimiento de materias primas y productos.

Por el lado de la productividad laboral, disminuciones en los tiempos de viaje implican aumentos en los salarios reales, y dado que nos encontramos en mercados competitivos y eficientes, se cumple que:

$$(23) \quad PMgL_i = w_i$$

es decir, que la productividad marginal del trabajo es igual al salario real.

Cualquier aumento en el salario real es consecuencia de un aumento en la productividad del trabajo, en el caso de las funciones de producción del tipo Cobb-Douglas se tiene:

$$(24) \quad PMgL_i = a \alpha L_i^{\alpha-1} K_i^\beta = \alpha (q_i / L_i) = w_i$$

que al no cambiar L_i , puede entenderse como que cambió el parámetro α de la función de producción. Es decir, un aumento del 10% en el salario real, se deriva de un incremento en α del 10%.

Una mejora en la calidad del transporte público, puede visualizarse como una reducción del precio que las familias pagan por dicho servicio. De forma que en (22), la disminución en el precio de los productos de transportación se reflejan en un aumento de la cantidad demandada de los mismos, y si tienen elasticidad precio menor que uno, en un aumento en el ingreso disponible para la compra de otros productos.

5. Financiamiento de la infraestructura vial

Uno de los beneficios del modelo, es que permitiría el cálculo del esquema de impuestos y cargos necesarios para eliminar los efectos negativos de algunas "externalidades" típicas de un sistema de transporte urbano, como la contaminación, el congestionamiento vial, etc.

Las ganancias adicionales que obtienen las empresas por el sólo hecho de una mejora en el STU, pueden considerarse como revaluaciones de los activos fijos, la maquinaria y el equipo que poseen.

El gobierno podría cobrar un impuesto por revaluación de los activos físicos, al que se le podría denominar pago, por el beneficio de las mejoras en la vialidad, sin embargo no es claro como podría ser implementado el mismo.

Contrariamente, a las empresas que su establecimiento implique un impacto vial negativo, reduciendo las velocidades de circulación del STU, puede cargárseles un impuesto por el impacto vial negativo que ocasionen al resto de la economía, cuya implementación es plausible.

Por el lado de las familias, mejoras en el STU implican salarios reales mayores, más empleo, y mayores posibilidades de consumo. Por tanto, si el gobierno es el que otorga las concesiones del transporte público, debería beneficiarse también de la mayor demanda del mismo.

6. Comentario final

La estimación del sistema teórico que aquí se ha propuesto para analizar el impacto de cambios en el sistema de transporte urbano sobre la economía local es, evidentemente, una tarea formidable, pero en principio realizable.

Para ello, se requiere información sobre las estructuras de la producción de nuestra economía y de gasto de las familias locales. Los datos sobre producción pueden provenir de los censos económicos y de las matrices insumo-producto oficiales, mientras que la estructura del gasto familiar en el AMM se puede obtener de la recientemente terminada Encuesta Ingreso-Gasto 1994, realizada por el Centro de Investigaciones Económicas.

Actualmente, se está intentando estimar el sistema, aunque dada la magnitud de la tarea, habrá que esperar un buen tiempo por los primeros resultados.

Modal split model for the work trip in Monterrey

John Kain and Baher El-Hifnawi*

The study analyzes the journey-to-work trip by either bus or auto, using a binomial split model applied to individual data generated in a survey conducted during 1993 in Monterrey, Mexico. The variables that determine the probability of an individual making a home-based trip to work by auto, given that the tripmaker belongs to an auto-owning household are: household characteristics, like number of autos owned, the wage income, the number of persons in the household, as well as the number of workers; tripmaker characteristics, like age and sex; the only significant trip characteristic variable is the trip time—even though there was not a good measure of total out-of-pocket trip costs, which may also be an important variable. The estimates allow to calculate an average value of time for people in Monterrey, as perceived by the tripmakers, of U.S.\$ 0.73-1.54 per hour, which lies within the ranges estimated for other countries.

1. Introduction

Table 1 presents the distribution of trips by purpose for the Monterrey Metropolitan Region (MMR) using weighted data from the June 1993 survey¹. It shows that approximately half of the daily linked trips are return-home trips. Excluding return-home trips, work trips constitute the largest category, accounting for about 62 percent of all linked trips. School trips are second to work trips, making up 30 percent for non return-home trips.

Tables 2 and 3 present the distribution of unlinked and linked trips respectively by mode for each trip purpose and for all purposes combined. With the exception of school trips, where walking is the most common trip mode, the two most dominant modes for the other trip purposes are bus and auto².

* Harvard Institute for International Development, Harvard University.

¹ The weights used were presented in Appendix B of an earlier draft paper, titled "Vehicle Ownership in Monterrey", April 1993.

² Auto trips include trips by either auto or truck and will be used as such throughout the paper.

There is a considerable difference in the percentage of linked trips made by bus (37.4%) and the percentage of unlinked trips made by bus (44.6%). This is primarily due to two main reasons. First, table 3 shows that slightly over 2 percent of total linked trips are intermodal trips that use the bus as one of the modes. Hence, each linked trip made by any of these mode combinations includes at least one unlinked bus trip. Second, about 10 percent of all linked trips are multi-segment bus trips, comprising 2-3 unlinked trips each³.

Table 1
Distribution of Linked Trips by Trip Purpose
Monterrey Metropolitan Region, 1993

<u>Trip Purpose</u>	<u>Frequency</u>
Work	30.1%
School	14.8%
Recreational	2.4%
Shopping	1.3%
Health realated	0.8%
Return Home	48.8%
Other	1.8%
	100%

Source: Direct survey, by Consejo Estatal del Transporte, June, 1993.

³ Approximately 14 percent of all linked trips are multi-segment trips. Of these multi-segment trips, 75 percent are bus trips.

Table 2
Distribution of Unlinked Trips by Mode for Each Purpose
Monterrey Metropolitan Region, 1993

	Work	School	Recre- ational	Shop- ping	Health- related	Return home	Other	All Purposes
Auto	35.3%	18.4%	23.9%	40.8%	19.8%	30.6%	35.6%	30.5%
Bus	48.7%	31.3%	55.8%	45.3%	65.1%	44.6%	56.2%	44.6%
Minibus	2.5%	0.8%	2.5%	1.5%	5.1%	1.9%	2.4%	2.0%
Intercity Bus	0.8%	0.2%	0.5%	0.0%	0.0%	0.6%	1.6%	0.6%
Metro	1.0%	0.8%	0.7%	1.6%	0.0%	0.9%	1.0%	0.9%
Eco Taxi	0.4%	0.2%	5.2%	2.9%	5.5%	0.4%	1.1%	0.5%
Walk	7.0%	41.9%	9.0%	7.1%	4.1%	16.4%	2.3%	16.4%
Other*	4.5%	6.6%	2.4%	0.8%	0.4%	4.6%	0.3%	4.6%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Source: Same as Table 1.

* 'Other' includes motorcycles, bicycles, company buses, etc.

Table 3
Distribution of Linked Trips by Mode for Each Purpose
Monterrey Metropolitan Region, 1993

	Work	School	Recre- ational	Shop- ping	Health- related	Return home	Other	All Purposes
Auto	41.0%	19.7%	29.2%	41.7%	23.6%	34.5%	39.0%	34.4%
Bus	40.5%	26.4%	46.0%	43.6%	58.3%	37.5%	52.2%	37.4%
Minibus	1.4%	0.7%	1.7%	0.8%	1.6%	1.2%	0.7%	1.2%
Intercity bus	0.4%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.3%	0.4%	0.3%
Metro	0.4%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	4.5%	1.11%	0.4%
EcoTaxi	0.4%	0.2%	5.8%	3.1%	6.6%	0.4%	0.8%	0.6%
Other*	4.5%	7.1%	2.9%	0.9%	0.5%	4.8%	0.4%	4.8%
Walk	8.0%	44.8%	10.0%	7.6%	4.9%	18.4%	1.9%	18.4%
Bus- Minibus	1.1%	0.1%	1.4%	0.8%	4.5%	0.8%	1.8%	0.8%
Bus- Metro	0.6%	0.4%	0.9%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.5%
Bus- Inter.bus	0.4%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.3%	0.5%	0.3%
Bus- Other*	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.4%
Bus-Taxi	0.1%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.1%
Bus- Walk	0.1%	0.1%	1.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.6%	0.1%
Metro- Auto	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%
Other- Walk	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Source: Same as Table 1.

*Other includes motorcycles, bicycles, company buses, etc.

2. Scope of the study

The study will analyze the journey-to-work trip by either bus or auto using a binomial modal split model. As table 1 shows, about 62 percent of all non-return home linked trips are work trips; and out of these, approximately 82 percent are made by either auto or bus. In addition to work trips constituting the majority of all non-return home trips, they tend to have regular patterns (frequency, trip starting time, mode) and their data are more reliable than trips for other purposes.

The model developed in this paper can be used to examine the sensitivity of the auto choice for the work trip to changes in certain socioeconomic attributes and changes in some transportation policies. Another aim of the study is to determine the tradeoff between travel time and travel cost and, consequently, the value of travel time.

3. Model specification

The model developed in this study is a binomial logit, where the dependent variable is the probability of an individual from an auto-owning household making a trip to work by auto. The dependent variable takes the value 1 if the trip was made by auto, and zero if it were made by bus. Explanatory variables used in modal split models can be classified into four broad categories. The first category deals with the socioeconomic and demographic characteristics of the household to which the tripmaker belongs. The second includes the demographic characteristics of the tripmaker; and the third deals with trip attributes, including level-of-service attributes. The fourth category includes the demographic features of the workplace location i.e. trip destinations.

A) Socioeconomic and Demographic Characteristics of Household:

This category includes variables that reflect the income and wealth levels of the household, such as wage income, savings income, home ownership, number of autos/trucks owned by household, etc.⁴ It is likely that the

⁴ The use of the number of autos per household serves more than a measure of income in mode split models as an increase in the number of this variable is likely to increase the probability of making a trip by auto. However, there might be a

wealthier the household, the higher the probability of tripmaking to work by auto. The category extends to include variables such as the number, sex and age of the household members, and the number of workers in the household. These variables could shed some light on the behavioral differences of the mode choice for the journey to work. For instance, the greater the number of persons or workers in a household, one would expect a lower probability of a journey to work by auto for a member of this household. Similarly, the presence of infants who need to be dropped off at school might increase the probability of making the trip to work by auto. The available data did not allow for exploring all these possibilities. Nine variables from this category were considered in the model.

1. *Weekly wages earned by the household in pesos (HHwages)*. This variable is used as a measure of income and wealth for lack of better information. It does not capture other sources of income such as pensions and savings. Also the reason for using weekly wages instead of annual wages is lack of data on the latter.

2. *Dummy Variable for home ownership (D_HO)*. This variable takes the value 1 if the household is owned by any of its residents; and the value zero otherwise.

3. *Number of autos/trucks owned by the household (HHautos)*. See footnote number 4 for a discussion of this variable.

4. *Number of persons living in a household (HHpers)*.

5. *Number of permanent workers in a household (HHwrkprn)*.

6. *Number of occasional workers in a household (HHwrtmp)*⁵. This category is presumed to include 'stand-by'-type workers such as these involved in construction work. These are hired on a job-by-job basis

problem of endogeneity associated with the use of the number of autos as an independent variable. In other words, it is possible that the tripmaker bought the car to commute to work rather than commute to work because of the availability of the auto. Using simultaneous equations to solve for the number of autos owned by the household and the probability of making a trip by car can remove any potential biases.

⁵ It is believed that this category is occasional workers. The spanish name for this type of employment is 'eventual'.

whenever there is one available. The category is believed not include part-time workers.

7. *Number of infants under 5 Years (INF).*
8. *Number of persons between the ages of 5 and 19 (AGES5-19).*
9. *Number of persons between the age of 19 and 60 (AGE19-60).*

Table 4 presents the means and medians for some the main explanatory variables used in the analysis. Two sets of values are presented, one for the Monterrey Metropolitan Region and another for the sample used in the analysis that only includes auto-owning households.

Table 4
Basic Statistics for Explanatory Variables
1993

Variable (per household)	MMR*		Sample*	
	Mean	Median	Mean	Median
Wages in pesos	736	400	1,065	600
Autos/Trucks	0.8	1	1.6	1
Persons	4.5	4	5.2	5
Permanent Workers	1.3	1	1.9	2
Occasional Workers	0.4	0	0.4	0
Infants less than 5 years	0.3	0	0.3	0
Persons 5 - 19 years old	1.3	1	1.4	1
Persons 19 - 60 years old	2.9	2	3.5	3

Source: Same as Table 1.

* Statistics for the Monterrey Metropolitan Region are based on all weighted data from the 1993 survey (3,013 households), while the statistics for the sample are based on weighted data from the 641 auto-owning households used to develop the modal split model. This explains the higher mean wages and autos/trucks for the sample.

B) Demographic Characteristic of Tripmaker:

As distinct from the general demographics of the household, the specific characteristics of the tripmaker can help explain some of the behavioral differences in the mode choice question.

This category includes variables such as the age, sex and occupation of the tripmaker. One could expect the probability of using the auto for the work

trip to increase with the age of the tripmaker. One could also hypothesize that a travelling salesman will need to drive to work.

The variables considered from this category are:

1. *Age of tripmaker in years (Age_{TM})*.
2. *Sex of tripmaker (Sex_{TM})*. The variable takes the value 1 if the tripmaker is female; zero if the tripmaker is male.

C) Trip Attributes:

The trip attributes are essential for estimating a modal split model that can be used to assess various transportation policies and infrastructure investment. These attributes include trip cost and time by all used modes. Total trip cost, whenever possible, should include parking costs as well; and total trip time, whenever, should be divided into access time, wait time and in-vehicle time to account for differences in levels of service. Table 5 includes some of the basic attributes of the journey to work by bus and by auto and the sample frequency.

Table 5
Basic Work Trip Attributes for Auto-Owning Households
Monterrey Metropolitan Region, 1993

Variable		Mean	Median
Trip time	Bus	37.1	32.0
(in minutes)	Auto	11.4	10.3
Out-of-pocket	Bus	36.1	27.0
trip cost (in			
US cents)	Auto*	17.4	14.6
Trip distance	Bus	9.7	8.2
in Km	Auto	10.4	8.8
Time diff. (Auto-Bus)		-25.7	-21.2
Cost diff. (Auto-Bus)		-18.7	-19.5
		Bus Trips	Auto Trips
Sample Frequency		51.5%	49.5%

Source: Same as Table 1.

* Out-of-pocket costs for auto trips are based on a per Kilometer cost of 1.7 US cents.

Previous studies show that the disutility a traveller faces from one minute of out-of-vehicle time is about 2.5-3.5 times the disutility associated with a minute of in-vehicle time.

This high sensitivity of travellers to walk and wait time is extremely important in explaining some of the behavioral differences in tripmaking. Using undifferentiated travel time will deprive us from one the most important explanatory variables. In addition, such a breakdown allows for analyzing policies that would involve tradeoffs between the different attributes of level of service. For instance, depending on whether people prefer walking to waiting, one can decide whether to increase the frequency of trips on certain routes while reducing the number of routes or vice versa.

In designing this model, total (undifferentiated) zone-to-zone travel time was used as there was no in-vehicle/out-of-vehicle time breakdown available. Also out-of-pocket costs do not include any parking costs. The almost perfect collinearity between auto trip cost and auto trip time (0.98 for trip cost and 0.95 for trip cost per auto occupant), and bus trip time and bus trip distance makes the use of these variables in the modal split model rather difficult and their significance unlikely. The fact that the model estimation will be based on 859 trips originating from 75 zones only would tend to limit the variation in the model.

Two variables are used from this category.

9) *Time difference between trip by auto and trip by bus in minutes (Times: a-b).*

10) *Out-of-pocket cost difference between trip by auto and trip by bus in US cents (Cost: a-b).*

D) Demographic characteristic of the workplace

Ideally, one would like to include variables that reflect the degree of attractiveness of the workplace to driving. The more congested the area is or the harder it is to park in the area, the less attractive it might be for the tripmaker to drive. One can use the density in a certain area as a measure of congestion. Density could be measured in different ways, either as number of persons employed in a certain area or the percentage of the total area of the zone that is occupied by commercial and industrial activities. In this model, several of the latter types of density definitions were considered and, as an alternative, dummy variables were used upon an investigation of the

data set to reflect the ease of access and parking at certain downtown areas. The following three variables were considered in the model.

1. *Percentage of zone area occupied by commercial and industrial activities (WPDens).*

2. *Dummy variable if destination zone falls between 265 and 272 (D265_272).* This covers part of the downtown area in Central Monterrey where most journeys to work were by bus. The variable took the value 1 if the destination of the journey to work was in this range; and took the value zero otherwise.

3. *Dummy variable if destination zone falls between 294 and 303 (D294_303).* This generally covers the southern area of the municipality of Monterrey and most work trips to this area were done using the auto. The variable takes the value 1 if the workplace is located in these zones; and the value zero otherwise.

Assuming a logistic distribution for the probability of making the journey to work by auto, this probability can be estimated as follows:

$$\text{Probability of tripmaking by auto} = \frac{e^{\sum \beta(i) X(i)}}{1 + e^{\sum \beta(i) X(i)}}$$

where $\sum \beta(i)X(i)$ is any combination of the following variables:

$$\begin{aligned} &= \beta_0 + \beta_1 \text{HHwages} + \beta_2 (\text{D-HO}) + \beta_3 \text{HHautos} + \beta_4 \text{HHpers} \\ &+ \beta_5 \text{HHwrkprm} + \beta_6 \text{HHwrktmp} + \beta_7 \text{INF} + \beta_8 (\text{Age5-19}) \\ &+ \beta_9 (\text{Age19-60}) + \beta_{10} \text{Age_TM} + \beta_{11} \text{Sex-TM} + \beta_{12} (\text{Time:a-b}) \\ &+ \beta_{13} (\text{Cost:a-b}) + \beta_{14} (\text{WPDens}) + \beta_{15} (\text{D265-272}) + \beta_{16} (\text{D294-303}) \end{aligned}$$

4. Data

The data set used to build the modal split model between bus and auto for the journey to work included 859 trips from 641 households. The data were

obtained from a number of household surveys conducted during the second half of 1993 and from computer files defining the transit network and the highway network. Specifically, all socioeconomic and demographic data were obtained from the household surveys.

As for trip attributes, they were mainly extracted from the computer-simulated networks. Trip times for auto and bus were measured from zone centroid to zone centroid and were obtained from the computer-simulated highway and transit networks respectively. These times did not take into account the specific locations of trip origins within the zone, and did not differentiate between access times, walk times and in-vehicle times.

In estimating out-of-pocket costs for auto trips, almost all tripmakers reported no parking costs and the total trip cost was simply a conversion of distance into a monetary cost with each kilometer being equal to US 1.7 cents. The cost was divided by the number of occupants. As for bus cost, one needed to know the number of transfers made to be able to determine the number of fares and hence the total cost. For about half the work trips made by auto, work trips by bus with the same origin and destination were reported in the household survey. These were taken as representative of the alternative mode for these auto trips. As for the remainder of the auto trips, the authors tried to make their judgement based on the current bus routes and reported bus trips starting at close origins and ending at the same destination or vice versa.

5. Model results

Tables 7 and 8 present the results for the bus-auto modal split model for the work trip in the Monterrey Metropolitan Region using 859 trips made by members of 641 households. Table 7 presents the results of the preferred model and table 8 presents the results for alternative model specifications. Statistical estimation of the model was carried out using the maximum likelihood method.

A) Preferred Model

Model 1 includes as explanatory variables weekly household wages, number of autos/trucks owned by the household, number of persons per household, number of workers per household (divided into permanent and occasional), members of household under the age of 5 years, age and sex of the tripmaker, out-of-pocket trip cost and the trip time.

Household wages: This variable is significant at the 1% level and has positive sign, indicating a higher probability of tripmaking by auto, the higher weekly household wages are.

The probability of a trip to work by auto for the median household in the sample is 32 percent and the elasticity of the probability of tripmaking by auto with respect to income is 0.28 (see Table 9).

Number of autos owned by household: This variable is also significant at the 1% level and has a positive sign indicating an increase in the probability of a trip by auto, the larger the number of autos owned by a household. The probability is most sensitive to this variable as it has the largest coefficient of all explanatory variables. A median household with 2 autos/trucks will have a probability of making a trip to work by auto 22 percent higher than a median household with 1 auto/truck. The elasticity of the probability of making a trip to work by auto with respect to the number of autos owned by the household is 0.6. Although three times as large as the corresponding elasticity with respect to wages, the auto elasticity is still inelastic.

Number of household residents, number of occasional workers and number of permanent workers in the household: all three of variables are significant at the 1% level and have negative signs indicating a lower probability of an individual making a trip to work by auto, the larger is the number of household residents or workers. The number of permanent workers per household is the most significant variable of the three and has the largest coefficient. The probability of making a trip by auto will be 7% more if the median household in the sample had 4 persons instead of 5 persons, and it would be 15% more if the household had 1 permanent worker instead of 2 workers.

Age and sex of tripmaker: Both variables are significant at the 1% level. The coefficient of the tripmaker's age is positive indicating a higher probability of tripmaking to work by auto the older the tripmaker. A tripmaker one year older than the median tripmaker (belonging to the median household) would have a 1% higher probability of making a trip to work by auto.

In the case of the sex of the tripmaker, its coefficient is negative. The model shows that there is a 1% higher probability of tripmaking by auto if the tripmaker belonging to the median household is male rather than female.

Difference in trip time: The difference between total trip time by auto by bus is statistically significant at the 6% level and the coefficient of this variable has a negative sign implying a lower probability of a trip to work by auto, the smaller is the difference between auto trip time and bus trip time. The model indicates that the probability of a trip to work by a member of a median household would be 1% higher if the bus took 26 minutes more than the auto instead of 21 minutes (the median difference in trip time). For no difference in time the probability of a trip to work by auto would drop by only 5% from 32% to 27% indicating the inelasticity of the probability of a trip to work by auto by a member of the median household with respect to the difference in travel time (auto-bus). The value of this elasticity is 0.15.

Difference in trip cost: This variable has the expected negative sign indicating a lower probability of a trip to work by auto, the smaller is the difference between auto trip cost and bus trip cost. However, the variable is statistically insignificant at low levels of significance. One can only be 45% confident that this coefficient is different from zero. This is rather surprising since the difference in cost usually explains a lot of the behavioral differences in tripmaking. The low significance can be partly explained by the lack of parking costs for auto trips and the crude way in which the number of transfers were arrived at as explained in section III C above. More accurate data on parking costs and number of transfers should result in this variable becoming more significant.

B) Alternative Model Specifications

Various specifications were examined, five of which have been presented in Table 7. The variable, household wages proves is significant and its coefficient is fairly robust varying from 0.0007 to 0.001. The dummy for home ownership was statistically insignificant and its coefficient had no predicative power and was hence dropped from all specifications.

The number of autos owned by the household was dropped in three different specifications. The overall explanatory power of the model was adversely affected in these models but the coefficients of other explanatory variables were largely unaffected. When the variable was included, it was highly significant and its coefficient was robust and large.

Of the other household socioeconomic variables used, all were statistically significant at the 10% level. Multicollinearity prevented the use of children under 5 years, persons between 5 and 19 years, and persons between 19 and 60 years in one model. Age and sex of tripmaker were significant at the 1%

level and their coefficients hardly changed. The occupation of the tripmaker was statistically insignificant.

The coefficients of variables representing differences in time and cost showed some change from one specification to another and the degree of their statistical significance also varied from model to model. Difference in time was statistically significant at the 10% level in all models except model 6 (significant at the 13% level). Difference in cost remained statistically significant with the highest level of significance being in model 6 (significant at the 30% level).

As for variables representing the workplace attributes, none seemed to add the overall predicated power of the models. Density proved to be statistically insignificant at any level, and the dummy variables were highly correlated with the difference in trip time and were hence dropped.

Table 7
Logit Estimates for Bus-Auto Modal Split for the Work Trip
in the Monterrey Metropolitan Region, 1993

Preferred Model

<i>Explanatory Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t-ratio</i>
INTERCEPT (specific to auto trip)	-1.3680	0.4571	-2.993
HHWAGES	0.69506E-03	0.1720E 03	4.040
HHAUTOS	0.92212	0.1408	6.549
HHPER	-0.31544	0.8810E-01	-3.580
HHWRKPRM	-0.62511	0.1202	-5.200
HHWRKTMP	-0.52377	0.1517	-3.453
HHCHILD	0.50557	0.1670	3.027
HHADOL	0.21092	0.9313E-01	2.265
AGE_TM	0.53084E-01	0.7653E-02	6.937
SEX_TM	-0.55516E-01	0.7958E-02	-6.976
TIMA_B*	-0.10432E-01	0.5560E-02	-1.876
COSTA_B*,**	-0.40596E-02	0.6622E-02	-0.613

Summary Statistics

<i>Number of Observations</i>	859
<i>L(0)</i>	-595
<i>L(β)</i>	-430
<i>p²</i>	0.28

* Not statistically significant at the 5% level.

** Not statistically significant at the 10% level.

Table 8
Logit Estimates for the Bus-Auto Modal Split for the Work Trip
in the Monterrey Metropolitan Region, 1993

Alternative Model Specifications

<i>Explanatory Variable</i>	<i>Model 2</i>	<i>Model 3</i>	<i>Model 4</i>	<i>Model 5</i>	<i>Model 6</i>
INTERCEPT	-0.71466	-1.3597	-0.66274	0.13489	0.89197
(sp. to auto)	(-1.716)*	(-2.979)	(-1.585)*, **	(0.461)*, **	(3.415)
HHWAGES	0.10111E-02	0.694E-03	0.10094E-02	0.72236E-03	0.10589E-02
	(6.229)	(4.039)	(6.199)	(4.222)	(6.657)
HHAUTOS		0.91035		0.88627	
		(6.500)		(6.759)	
HHPER	-0.14726	-0.12124	-0.13886		
	(-2.554)	(-1.838)*	(-2.400)		
HHWRKPRM	-0.6952	-0.64276	-0.70449	-0.99770	-0.90283
	(-6.973)	(-5.280)	(-7.026)	(-11.307)	(-11.021)
HHWRKTMP	-0.63366	-0.54013	-0.63505	-0.95937	-0.91280
	(-4.569)	(-3.53)	(-4.590)	(-7.773)	(-7.505)
HHCHILD	0.30030	0.30357	0.27902		
	(2.067)	(2.025)	(1.913)*		
HHADLT		-0.17599			
		(-1.859)*			
AGE_TM	0.53891E-01	0.5342E-01	0.54253E-01		
	(7.387)	(6.974)	(7.414)		
SEX_TM	-0.56520E-01	-0.558E-01	-0.56860E-01		
	(-7.443)	(-7.012)	(-7.467)		
TIMA_B	-0.96446E-02	-0.105E-01	-0.88131E-02	-0.88844E-02	-0.77700E-02
	(-1.815)*	(-1.885)*	(-1.649)*	(-1.652)*	(-1.535)*, **
COSTA_B	-0.67142E-02	-0.410E-02	-0.57317E-02	-0.41910E-02	-0.63237E-02
	(-1.058)*, **	(-0.620)*, **	(-0.898)*, **	(-0.666)*, **	(-1.043)*, **
DES6572			-0.59769		
			(1.708)*		
<i>Summary Statistics</i>					
Number of observations		859			
L(0)		-595			
L(β)	-456	-431	-454	-463	-490
p ²	0.23	0.28	0.23	0.22	0.18

Values in Parentheses are t-statistics.

* Not statistically significant at the 5% level.

** Not statistically significant at the 10% level.

Table 9
Elasticities of Tripmaking by Auto

Elasticity of the Probability of making a trip to work by auto by a member of the median household with respect to:

	<u>Low</u>	<u>High</u>
Weekly household wages	0.25	0.12
Number of autos/trucks owned by household	0.50	0.63
Difference between auto trip time and bus trip time	0.08	0.15

6. Value of travel time

To estimate the value of travel time one looks at tradeoff between cost and time in the modal split model. Since the variable cost difference, in its present state is not statistically significant at the conventional levels, we can develop crude estimates of the value of time and compare them to other estimates obtained worldwide. The coefficient of time difference divided by the coefficient of cost difference gives the value of time in US cents per minute. The values obtained by the different models vary from a low of low of 73 US cents to 154 US cents. These values correspond to about 23% and 48% respectively of the average wage rate in Monterrey (3.2 US dollars)⁶. It should be noted that despite the fact that this values fall within the range of previous studies, one can not confidently use these results due to the low statistical significance of the cost variable.

7. Summary and concluding comments

The results of this preliminary model, despite the crudeness of the cost and time variables used, are very promising. However, it is extremely important that total trip time be broken down into in-vehicle and out-of-vehicle time, as earlier studies show that tripmakers tend to be 2.5 to 3.5 times more

⁶ The average weekly household wages based on the 1993 household survey is 736 pesos or approximately 220 US dollars. This translates into a daily household wage of 44 US dollars. Since the average number of workers per household is 1.7 (1.3 permanent and 0.4 occasional), and assuming an 8-hour work day, the hourly wage rate is 3.2 US dollars.

sensitive in their modal choice to out-of-vehicle time and to the number of transfers made. Including such a breakdown should highly improve the quality of the model. Furthermore, a model that includes a breakdown of the travel time between wait, walk and in-vehicle time, provides for the assessment of transportation policies that include any tradeoffs between any of these times.

The important variables according to the estimated model in determining the probability of an individual making a home-based trip to work, given that the tripmaker belongs to an auto-owning household, can be divided into three groups.

- 1) **Household characteristics:** These are the number of autos owned by the household, the wage income earned by the household, the number of persons living in the household and the number of workers in the household.
- 2) **Tripmaker characteristics:** These include the age and the sex of the tripmaker.
- 3) **Trip characteristics:** The statistically significant variable was the trip time. Trip cost appears statistically insignificant probably due to the exclusion of parking costs and the rather crude way in which bus transfers were arrived at. More accurate estimates of out-of-pocket costs would probably result in a statistically significant cost variable.

In addition to the use of this model in determining the split between autos and buses for home-based work trips, it also provides an estimate of average value of travel time as perceived by tripmakers. Such values can be used in estimating the value of time savings associated with transportation policies and infrastructure projects. The value of time as estimated by the model was 0.73-1.54 US dollars per hour which represents approximately 22%-48% of the average hourly wage rate in the Monterrey Metropolitan Region. Despite the statistical insignificance of the variable, this value is well within the range of value time estimates obtained for other countries. It is however imperative to try to improve the accuracy of the information on trip cost before any firm conclusions can be made that can be used for the assessment and design of transportation policy.

Un mecanismo de pago por arrendamiento de autobuses urbanos no manipulable que emula un mercado competitivo

Hernán M. Villarreal Rodríguez*

La necesidad de encontrar esquemas eficientes para regular el transporte urbano en muchas ocasiones conduce a la propuesta de que el Estado debería contratar "servicios de transportación" a empresas privadas. Aquí se plantea una propuesta de contrato de arrendamiento que evita el incurrir en los vicios comunes del transporte en México y que introduce competencia al mercado.

1. Introducción: la idea general

Son muchas las experiencias que indican que un sistema de transporte de autobuses urbanos completamente desregulado conduce a externalidades negativas, sobre todo respecto a congestión de tráfico y contaminación.

Parece ser que se hace necesaria cierta regulación; comunmente ésta se ha manifestado como el otorgamiento de concesiones de explotación de rutas, teniéndose los concesionarios que sujetar a una tarifa máxima. Sin embargo, si no existe competencia de medios de transporte alternativos, hay una serie de consecuencias negativas que este esquema regulatorio conlleva, entre las principales se cuentan: la baja calidad del servicio, la modificación del trazado de rutas, la constante petición de aumento de tarifas, etc.

Partiendo del hecho de que el requerimiento de unidades de transporte de una determinada ruta es de N autobuses, aquí se plantea un mecanismo de pago en el cual un organismo gubernamental contrata el servicio de renta de servicios de transporte de autobús a una empresa transportista arrendadora.

El mecanismo de pago al arrendador deberá poder lograr que:

- 1) no se modifique el número de unidades en servicio,
- 2) haga circular las unidades con la periodicidad preestablecida,

* Subdirector, Centro de Investigaciones Económicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

- 3) premie un servicio de calidad,
- 4) no se modifique el trazado del corredor.

Por otra parte, se tiene la restricción de que los ingresos generados por el servicio de transporte sean suficientes para pagar los costos del mismo, por lo que también es necesario que:

- 5) el transportista vigile que se pague el servicio,
- 6) no se incurra en costos de inspección de cumplimiento del contrato.

La fórmula propuesta es derivada del equilibrio que cada ruta lleva intrínseco. Encontrar los parámetros de equilibrio implicará que el arrendador que intente desviarse del contrato lo pague con disminuciones en sus utilidades.

Para encontrar una "fórmula" que devenga en equilibrio para todos los corredores del sistema, se ha de plantear una estructura de rutas que implique aproximadamente el mismo número de pasajeros diarios por unidad, y la misma velocidad de circulación promedio.

Partiendo de esta base, los parámetros encontrados en la fórmula servirán para todas las rutas y no se presentarán acusaciones de favoritismos o competencia desleal.

2. La fórmula

Las variables que se utilizarán en la fórmula son las siguientes:

- Tarifa	T.
- Longitud de la ruta:	L.
- Vueltas por día:	V.
- Costo fijo N unidades:	CF.
- Costo variable por Km:	CVK.
- Aforo máximo de la ruta:	A.
- Aforo reportado de la ruta:	a.
- Pérdida marginal de aforo:	DA.
- Calificación de calidad del servicio:	Q.
- Parámetro de calibración:	E.
- Número de unidades en circulación:	n.

El pago diario por unidad ha de verse como la suma siguiente:

$$\text{Ingreso por unidad} = \text{Ingreso Fijo} + \text{Ingreso Variable}$$

Como de inicio se arrendaron N autobuses, y se da por hecho que se cumple con el número exacto, entonces por unidad se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Ingreso Fijo} = & \begin{aligned} & L \times \text{CVK}, & \text{si } a > (0.8) \times A \\ & (0.5) \times (L \times \text{CVK}), & \text{si } a \geq (0.4) \times A \\ & 0, & \text{si } a < (0.4) \times A. \end{aligned} \end{aligned}$$

Por otro lado:

$$\text{Ingreso Variable} = a \times Q \times E,$$

donde E es el parámetro de ajuste que hará que los arrendadores no se desvíen del acuerdo, y que siempre deberá ser inferior a la tarifa cobrada, es decir:

$$E < T.$$

El arrendador podrá aumentar sus ingresos modificando el número de pasajeros, el indicador de la calidad del servicio Q , o el número de unidades en circulación, n .

Como no importa cuántas unidades en circulación realmente estén dando el servicio, si se exige la cancelación de pases en la unidad, el arrendador siempre cobrará sus ingresos fijos pactados, $N \times L \times \text{CVK}$. Por tanto, debe encontrarse un valor de E que no incentive la puesta en circulación de menos unidades que las contratadas.

Antes de encontrar el valor de E de equilibrio, veamos de qué depende el valor de Q .

Los pasajeros transportados de determinado corredor son de hecho:

$$A - (N - n) \times DA.$$

Podríamos suponer una forma funcional más complicada, pero lo que interesa es que al menos se cumpla para cuando n es cercana a N .

La calificación de calidad en el servicio Q es una función de $N-n$ y de CF . Es decir, se tendrá una mejor calificación cuando no haya camiones atestados de pasajeros, no existan largos tiempos de espera, y se tengan mejores unidades.

$$Q = f[(N-n), CF] \quad ; \quad [\delta Q / \delta (N-n)] < 0, \quad [\delta Q / \delta CF] > 0.$$

Por tanto, sustituyendo esta expresión en los ingresos que el transportista obtendrá por las N unidades contratadas se tiene:

$$\text{Ingreso } N \text{ unidades} = N \times L \times CVK + [A - (N-n) \times DA] \times f[(N-n), CF] \times E.$$

3. Ejemplo numérico

Supongamos que la calidad del servicio tiene la siguiente forma funcional:

$$Q = .8 \times (CF/2000)^{.5} - .05 \times (N-n)$$

y que se tienen los siguientes valores de las variables:

$$L = 10 \text{ Km.}$$

$$V = 16$$

$$T = \text{N\$ } 1$$

$$N = 10$$

$$A = 8000$$

$$DA = 500$$

$$CVK = \text{N\$ } 3.$$

Con estos valores, si el arrendador pusiera en funcionamiento las 10 unidades contratadas, lograría unas utilidades diarias que dependerán del valor del parámetro de equilibrio E : las tablas siguientes muestran las utilidades con distintos valores de E para el caso de que cumpla el contrato (use 10 unidades) y en el caso de que use una unidad menos:

UTILIDADES DIARIAS
(CF = 2000)

E	n = N	n = 9	Cambio
0.3	920	1167.5	247.5
0.4	1560	1730	170
0.5	2200	2292.5	92.5
0.6	2840	2855	15
0.7	3480	3417.5	-62.5
0.8	4120	3980	-140
0.9	4760	4542.5	-217.5

Lo que indica que, en caso de que se tenga cierto tipo de unidades que representen unos CF = 2000, el valor de equilibrio para el parámetro de ajuste es $E = .62$ y una calificación de la calidad de equilibrio de 85.

Si se eleva el nivel de exigencia de las unidades rentadas de forma que CF=3000, se obtendría la siguiente tabla:

UTILIDADES DIARIAS
(CF = 3000)

E	n = N	n = 9	Cambio
0.3	-648.49	-427.96	220.53
0.4	135.35	269.39	134.04
0.5	919.18	966.73	47.55
0.6	1703.02	1664.1	-38.94
0.7	2486.86	2361.4	-125.43
0.8	3270.69	3058.8	-211.92
0.9	4054.53	3756.1	-298.41

Lo que implica un valor de equilibrio de $E=.55$ y una calificación de la calidad de equilibrio de 98.

Encontramos para el equilibrio, que entre más calidad de las unidades se exija de entrada, menor será la proporción de la tarifa por pasajero que se le tiene que pagar al arrendador.

Por otro lado, si se desea incrementar el número de unidades, como la captación de pasajeros adicionales es mínima, no se recuperarían los costos, y no se recibiría nada adicional de Ingreso Fijo; algo similar sucedería si se desea alargar el recorrido del corredor.

4. Medición de la calidad

La teoría económica asegura que el máximo bienestar social se logra cuando se tienen mercados competitivos, pero ante mercados que generan externalidades negativas, como en el caso del de transporte público, la eficiencia de un mercado competitivo se pierde. Sin embargo, se pueden recuperar las virtudes del mercado competitivo si se logra que los agentes participantes se comporten "como si" estuvieran en un mercado competitivo.

En esencia, la competencia perfecta radica en que el productor trata de "agradar" al consumidor para que le compre más y así obtener más ingresos. Cómo el productor es tan pequeño que no puede influir en el precio, la única forma de ganar más es vendiendo más.

Por el lado del consumidor, si éste compra al que le da un mejor producto, obtiene más satisfacción. Es decir, finalmente se tendrá que entre dos productores similares, obtendrá mayores ganancias el que ofrezca un mejor producto, y esas ganancias están en función directa de la satisfacción que sus productos brinden al consumidor.

Para lograr que el Sistema de Transporte se comporte como un mercado competitivo, hay que emprender dos acciones:

a) investigar la satisfacción del consumidor de los servicios que presta el arrendador y hacer el indicador Q depender de esta satisfacción,

b) informar al consumidor que el servicio que obtenga estará directamente relacionado con la calificación que él haga del mismo.

Para saber cuál es la satisfacción del consumidor, se propone un sistema de tarifas en el que se expendan una cantidad de viajes por la compra de un pase, digamos 10 viajes a un precio de N\$ 10, o 4 viajes a N\$ 5.

Cada pase tiene un sistema magnético que hace accionar un contador instalado en la unidad de transporte, al accionarse el contador disminuye la cantidad de viajes a que tiene derecho el pase y se marca en el mismo (de forma visible) el número de la ruta, la hora y la fecha.

Cuando se va a comprar otro pase, se ha de entregar el anterior para que se haga una bonificación (digamos de N\$ 2 y N\$ 1) en la compra del nuevo pase. Para que se haga la bonificación, el usuario deberá llenar una mini-

encuesta, que viene incluida en el mismo pase, y que se carga inmediatamente con una lectora óptica.

Al pasajero se le preguntará cómo fue el servicio que recibió, si es bueno, regular o malo. Para cada respuesta se podrían dar las calificaciones siguientes:

bueno:	1
regular:	.5
malo:	0.

El valor de Q se obtendrá del promedio del total de calificaciones de cada ruta. A continuación se presenta una muestra de cómo podrían ser los pases:

N\$10 bono: N\$ 2	Q	bueno											
		regular											
		malo											
	RUTA												
	HORA												
	VIAJE												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

N\$ 5 bono: N\$ 1	Q	bueno				
		regular				
		malo				
	RUTA					
	HORA					
	VIAJE					
			1	2	3	4

Para asegurarse que el usuario califique bien al arrendador, hay que hacer publicidad en cada ruta de cuáles son las cualidades a evaluar. En los paraderos se colocarán carteles que indiquen el tiempo de frecuencia de paso, el número de pasajeros máximo que debe llevar la unidad, otros parámetros de calidad, y sobre todo que quede claro que el servicio que recibirán depende de su calificación. Que si evalúan mal un buen servicio, éste se volverá malo, y si evalúan bien uno malo nunca cambiará.

El presente esquema de pago tiene la ventaja de que no es manipulable ni por el arrendador ni por el usuario. A ningún arrendador le convendría comprar pases sin llenar, ya que le costaría lo que recibe de bonificación el usuario (en nuestro ejemplo \$N 2 ó N\$ 1), suponiendo que la mitad de los

viajes sean del corredor a su cargo, y que con la compra esperen aumentar su calificación a un promedio de 10, entonces le costaría N\$ 0.4 ó N\$ 0.5 por pasajero lograrlo, lo cual no sería atractivo mas que para valores muy elevados de E.

Por otro lado, si el consumidor vende su pase sin llenar, entonces implícitamente está aceptando que prefiere el dinero en vez de un buen servicio, es decir estaría monetizando su bienestar.

5. Conclusión

Con este tipo de pago, además de cumplir los 6 puntos necesarios para no incurrir en los acostumbrados vicios de la regulación en el transporte urbano de pasajeros, se logra libertad en el manejo del servicio que presta el arrendador, y competencia entre arrendadores, ya que la calidad que brinden éstos siempre será relativa a la de los otros.

El único control que es necesario con esta modalidad de pago de renta, es el de la realización de la inversión inicial, y que ésta se destine exclusivamente a una determinada ruta. Pero es fácil hacer recuentos semanales de camiones con autorización para trabajar una ruta.

Por otro lado, las diferencias en la "rentabilidad" de las distintas rutas pueden disminuir con la distribución que se haga de las rutas más rentables, la distribución consiste en que se envían las mejores unidades (el arrendador con más altos Costos Fijos inevitables) a los corredores que tengan mayores aforos de pasajeros.

Finalmente, se puede encontrar un método de calificación de la calidad del servicio que implica para el sistema recuperar las virtudes de un mercado competitivo, con todas las consecuencias que esto tiene para el Bienestar Social.

Vehicle ownership in Monterrey

John Kain and Baher El-Hifnawi*

Analysis of cross sectional data with the household as the unit of choice to estimate the probability of vehicle ownership by any household in the Monterrey Metropolitan Area. Logit models are estimated based on weighted data from a June 1993 survey and unweighted data from a 1991 survey, both conducted by Consejo Estatal del Transporte. Wages play the most significant role in determining the probability of vehicle ownership. Home ownership, occasional workers, and the sex of the primary worker in the household are also among the important variables in explaining ownership behavior. In addition, this analysis indicates that the ownership level is affected by the municipality in which the household is located. The corresponding estimated elasticities are reported.

1. Introduction

Data from the household survey of June 1993 indicate that 52.5 percent of the households in the Monterrey Metropolitan Region (MMR) own one or more vehicles¹ (see table 1)². The table indicates that the percentage of non-vehicle-owning households has dropped from 1989 to 1993 from about 58 percent to 47.5 percent, a 10.5 percentage point decrease in a four-year period. The 1993 data also suggest that the mean level of ownership (number of vehicles owned by household) is approximately 0.81 vehicles per household up from 0.60 in 1989. This represents a growth rate of 35 percent in the average ownership level.

These high growth rates of vehicle ownership can not be entirely explained by rising incomes and an increasing population in Monterrey. The growth rates in income and population for MMR from 1989 to 1993 are not

* Harvard Institute for International Development, Harvard University.

¹ Vehicles in this study refer to automobiles and trucks. In the 1989 and 1993 surveys, these were listed as "autos" and "camionetas". In the 1991 survey, autos and were listed as such but in addition there was a third category "camiones" (van/bus). This category was excluded from the sample to allow for comparison with the 1989 and 1993 results.

² The raw data from the survey have been weighted using the sampling weights in Appendix 2.

available but corresponding rates for the whole country are 15 percent and 8 percent respectively³.

Table 1
Distribution of Number of Vehicles owned by Households
Monterrey Metropolitan Region

Number of Vehicles	1989		1991		1993	
	Unweighted	Weighted	Unweighted	Unweighted	Weighted	Weighted
0	56.2	58.2	55.3	49.7	47.5	
1	29.5	29.0	31.9	36.3	34.3	
2	10.3	9.3	10.1	9.9	12.2	
3 or more	3.9	3.5	2.8	4.1	6.0	
Average	0.64	0.60	0.60	0.72	0.81	

Source: Surveys by Consejo Estatal del Transporte.

2. Scope of the study

This study analyzes the vehicle ownership issue in MMR by examining disaggregate choice models with different specifications. The models use cross sectional data with the household as the unit of choice to estimate the probability of vehicle ownership by any household. Models are estimated based on weighted data from the June 1993 survey and unweighted data from the 1991 survey using the binary method. The results from the logit model are analyzed and policy implications are discussed.

3. Model specification

In the construction of the vehicle ownership model, the dependent variable is vehicle ownership by household. This variable takes the value 1 if the household owns one or more vehicles, and the value zero otherwise. As for the explanatory variables, one can divide them into four broad categories. The first two deal with the economic and demographic characteristics of the household respectively. The third deals with the cost of owning and using a

³ The growth rates in real income (GDP) and population from 1989 to 1992 were obtained from the International Financial Statistics, International Monetary Fund, March 1994, page 378. The growth rates from 1992 to 1993 were estimated based on the average growth rates for the previous three years.

vehicle and the fourth deals with the availability, cost, and convenience of competing transport modes. In the following sections, the study presents, for each of the four categories, the variables one would ideally like to include in the model and the variables actually included.

A) Economic Variables:

A separate category is used for income variables rather than include them with demographics to emphasize the importance of these variables in both explaining differences in ownership behavior and in predicting ownership. The category includes economic variables such as household wealth and income. It is believed that the wealthier the household, the higher the probability and level of ownership. Since wealth is difficult to measure, household income is the measure most often used. Household should include all sources of earnings such as wages, pensions and savings. Home ownership can be also interpreted as a measure of wealth and is expected to have a positive impact on vehicle ownership. Type of household whether single-unit, multi-unit, etc. can help explain some of the differences in ownership behavior. Two economic variables are included in the models.

1. *Weekly (monthly)⁴ wages earned by a household (HHwages).* This variable is used for lack of other variables that would better represent household wealth or income. It does not capture sources of earnings such as savings, pensions, etc. In addition, weekly (monthly) wages are used instead of annual wages because the latter are not always available in the data set. Table 2 show that the average wage has increased from pesos 1,451 per month in 1991 to pesos 736 per week in 1993, an increase of approximately 27 % per year over and above the inflation rate⁵. This seems too high, particularly that growth rate in real income over the same period in Mexico was only 3.5 percent a year. Although the above comparison is between weighted results for 1993 and unweighted results for 1991, the increase seems too large to be attributed to lack of weighting. It is apparent that wages must have been reported or measured in different

⁴ Weekly wages are used to estimate 1993 models and monthly wages to estimate 1991 models.

⁵ Inflation rate over the two years was taken at 30 % which is a conservative estimate bases on the International Financial Statistics, International Monetary Fund, March 1994, page 63.

ways in the 1991 and 1993 surveys. This does not impair the analysis for either of the two years, however it makes any comparison between results from the 1991 and the 1993 models less meaningful.

2) *Dummy variable for home ownership (D-HO).* This variable takes the value 1 if the household is owned by any of its residents; and the value 0 otherwise.

B) Household Demographic Variables:

In this category, we would like to measure differences in ownership resulting from differences in household demographics. These would include differences in the number, age and sex of persons in a household, as well as differences in the number, sex, age and possibly occupation of the principal household worker(s). One would expect that the greater the number of persons per household for a given income level, the lower the probability and level of ownership as this would imply less income per capita. Using the same argument, one would expect a higher probability of ownership for households with less workers. The composition of the members of the household also matters. For instance, the presence of infants in the family might increase the probability of ownership. The sex of the primary worker is sometimes used to explain differences in ownership behavior. In some cultures, higher vehicle ownership are associated with a male primary worker, while in others it is associated with a female primary worker. Certain occupations such as sales could also be associated with high levels of vehicle ownership. In choosing from this large menu of variables, one should be aware the multicollinearity between many of these variables and should attempt various specifications. Eight demographic variables are examined.

- 1) Number of persons living in a household (HHpers).
- 2) Number of permanent workers in a household (HHwrkprm)⁶.
- 3) Number of occasional workers in a household (HHwrktmp)⁷. This category is presumed to include stand-by-type workers such as these

⁶ The 1991 data do not offer a breakdown of workers by permanent and occasional. As a result, one variable representing all labor is used in estimating 1991 models.

involved in construction work. These are hired on a job-by-job basis whenever there is one available. The category is believed not to include part-time workers.

4) Age of the primary worker (AGEPW). Primary worker in the household is defined as the highest wage-earner. For the 1991 model, six age brackets are used instead of the actual age of the person.

5) Dummy variable for the Female Primary Worker (D-FPW). The variable takes the value 1 if the primary worker is female; 0 if it is a male.

6) Number of infants under 5 Years (INF).

7) Number of persons between the ages of 5 and 19 (AGE5-19).

8) Number of persons between the age of 19 and 60 (AGE19-60).

C) Variables dealing with Cost of Vehicle Ownership and Use

This category includes variables such as vehicle price, parking costs and gasoline costs. These variables are of much more importance if the study uses time series data to estimate the vehicle ownership model or if it uses data from different countries. Since these variables hardly vary from one area to another in Monterrey, no variables from this from this category are included in this analysis.

D) Variables dealing with Characteristics of Competing Modes

This category deals with the availability, cost and convenience of alternative transport modes. Ideally this would include variables that reflect the availability, extensiveness, convenience and frequency of public transit service. Such variables include the availability of bus stops close to the household, or number of blocks to bus stops, time to work by the competing mode, number of transfers for competing mode. The effect of some of these variables can be indirectly captured by measuring 'neighborhood' population

⁷ It is believed that this category is occasional workers. The spanish name for this type of employmet 'eventual'.

densities as it is believed that the less dense a certain area is, the less likely it will have frequent public transit service, if any at all. Consequently, lower-density neighborhoods are associated with higher levels of vehicle ownership. Unfortunately, there is no consistent data available for all households for any of these variables.

In an attempt to capture some of these location-specific characteristics of competing modes, the study uses 6 locational dummies for the location of the household, a dummy for each municipality (except Apodaca which is used as a reference). Two points need to be emphasized. First, some of the location specific characteristics of the household or the neighborhood might be lost due to the aggregation at the level of the whole municipality. This is more so for the municipality of Monterrey which is much larger in terms of area and number of households than any of the other municipalities. The second point is that these locational dummies are certain to capture certain socioeconomic variables that are not represented in the mode. For example, it is very likely that these dummies will reflect the wealth of the municipality since we are only using household wages as an explanatory variable. They can also capture differences in parking costs between municipalities, assuming there are any. The locational dummies used in the analysis are presented below:

- 1) *Dummy for Monterrey (D-MTY)*
- 2) *Dummy for Guadalupe (D-GPE)*
- 3) *Dummy for Garza García (D-GZA)*
- 4) *Dummy for San Nicolás (D-SN)*
- 5) *Dummy for Santa Catarina (D-SC)*
- 6) *Dummy for Escobedo (D-ESC).*

Table 2 presents the means and medians for some of the main explanatory variables used in the analysis.

Assuming a logistic distribution for the probability of a household owning a vehicle, this probability can be estimated as follows:

$$\text{Probability of vehicle ownership} = \frac{e^{\sum \beta(i)X(i)}}{1 + e^{\sum \beta(i)X(i)}}$$

where $\sum \beta(i)X(i)$ is any combination of the following variables:

$$\begin{aligned} &= \beta_0 + \beta_1 \text{HHwages} + \beta_2 \text{HHpers} + \beta_3 \text{HHwrkprn} + \beta_4 \text{HHwrktmp} \\ &+ \beta_5 (\text{D-HO}) + \beta_6 \text{AGEPW} + \beta_7 (\text{D-FPW}) + \beta_8 \text{INF} + \beta_9 (\text{Age5-19}) \\ &+ \beta_{10} (\text{Age19-60}) + \beta_{11} (\text{D-MTY}) + \beta_{12} (\text{D-GPE}) + \beta_{13} (\text{D-GZA}) \\ &+ \beta_{14} (\text{D-SN}) + \beta_{15} (\text{D-SC}) + \beta_{16} (\text{D-ESC}) \end{aligned}$$

Table 2
Basic Statistics for Explanatory Variables*
Monterrey Metropolitan Region

Variable (per household)	Mean		Median	
	1991	1993	1991	1993
Wages in pesos ¹	1,451	736	1,000	400
Persons	5.1	4.5	5	4
Permanent Workers ²		1.3		1
Occasional Workers ²		1.8		2
		0.4		0
Age of Primary Worker	n.a.	38	n.a.	35
Persons 5 - 19 years old	1.5	1.3	1	1
Persons 19 - 60 years old	2.7	2.9	2	2

* Statistic based on weighted data for 1993 and unweighted data for 1991.

¹ Weekly wages for 1993 and monthly wages for 1991. Both are in current pesos.

² For 1991 workers are not reported as permanent and occasional.

n.a. not applicable. Ages for 1991 are reported in 10-year brackets only.

4. Model results

Tables 3-6 present the results for seven models estimated using the Logit method for 1993 and 1991 respectively. We first discuss the results from the preferred models (models 1 and 2) followed by a discussion and comparison of results from alternative model specifications (models 3-7).

A) Preferred Models

Models 1 and 2 in tables 3 and 5 present the results from the preferred models. Model 1 uses as explanatory variables weekly household wages, number of persons per household (1991 only), number of workers per household (broken into 'permanent' and 'occasional' for 1993), a home-ownership variable, and a variable for the sex of the primary worker in the household. Model 2 combines all the explanatory variables used in model 1 with the locational dummies.

Household Wages: Despite the shortcomings of using household wages as a measure of household income, the variable, weekly (monthly) household wages, is by far the most significant of all explanatory variables tested. In both 1991 and 1993 models, it is statistically significant at the 1 percent level and its coefficient is positive indicating an increase in vehicle ownership probabilities as household wages increase. The elasticities of the probability of vehicle ownership with respect to household wages are given in tables 7, 8 & 9. The range of elasticities is given for a representative (median) household⁸, for a household with wage income in the 25% percentile and a household with wage income in the 75% percentile⁹.

⁸ The median household has median values for all independent variables. The only exception is with regard to the locational dummies. The elasticities discussed above are based on models estimated without the use of locational dummies. Tables 6 and 7 present the results of the the models with the locational dummies.

⁹ Households were ranked by wage income then divided into two groups, a lower income group for wages below the median wage and a higher income group for wages above the median wage. For the lower income group, elasticities were estimated for the median of the group or the 25th percentile of whole distribution using the median values for all independent variables for group. The elasticities for the 75% percentile household were estimated in a similar fashion using data for the higher income group.

In table 10, the study also investigates whether the slightly different model specifications in 1991 and 1993 could have contributed to the difference in elasticities¹¹. This does not appear the case and the differences in elasticities persist. In conclusion, it appears that the difference in elasticities is mainly due to the different way in which incomes/wages were measured and defined in each of the 1991 and 1993 surveys, and attempt a comparison between the two results will not be very useful.

Number of persons per household: Using the 1991 data, the variable is significant at the 5 percent level and has the expected negative sign implying lower probabilities of vehicle ownership for households with a large number of persons. Its coefficient of -0.094 indicates that a median household with 6 persons will have a probability of vehicle ownership about 2.5 percentage points lower than that of a median household with 5 persons.

Number of workers per household: The coefficient of this variable whether used in its aggregate in 1991 or broken into two parts (permanent and occasional) in 1993 has the expected negative sign implying that for the same household income, an increase in the level the number of workers will be associated with lower probabilities of vehicle ownership.

In the 1993 model, the number of occasional workers per household and permanent workers per household are statistically significant at the 1 percent and 5 percent level respectively with 'occasional workers' being the second most significant variable after wages. The size of the coefficient of occasional workers (-0.423) is about 3 (in absolute terms) that of the coefficient of permanent workers (-0.145). This could be explained by lack of stable and continuous employment and possibly income which is reflected in the lower levels of vehicle ownership of households with a large number of occasional workers. A median household with 1 occasional worker will have a probability of vehicle ownership 10 percentage points less than that of a median household with no occasional workers.

In the 1991 model, where no distinction is made between permanent and occasional workers, the number of workers per household is not statistically significant at the 10% level (significant at the 11% level for model 1).

¹¹ In 1991 the variable used is 'number of workers per household' and in 1993, two variables were used 'number of permanent workers per household' and 'occasional number of workers per household'. These variables were dropped when testing whether model specification contributes to the difference in elasticities.

Whereas an elasticity based on a median household, or an aggregate elasticity provide an overall picture of the responsiveness of the whole population, estimating elasticities for households at different percentiles of the wage income spectrum will provide more useful information as to the responsiveness of particular groups to changes in wages¹⁰.

For 1993, the elasticity of the probability of vehicle ownership with respect to weekly household wages estimated for the median household based model 1 is of 0.39. An increase of 40 pesos in the median wage (10%) will result in an increase in the probability of ownership from 53% to 55%. For a household at the 25th percentile of the wage distribution, the elasticity is 0.29. An increase of 25 pesos in the median wage for this group (10%) will result in an increase in the probability of ownership from 45% to 47%. For a household at the 75th percentile of the wage distribution, the elasticity is 0.52. An increase of 75 in the median wage of this group (10%) will result in an increase in the probability of ownership from 67% to 71%.

Based on the 1991 models, the elasticities for the probability of vehicle ownership with respect to monthly wages for a median household, a household in the 25th percentile, and a household in the 75th percentile are 0.61, 0.41 and 0.74 respectively. A 10 percent increase in the respective wages of these households will result in a percentage point increase of 3, 1.5 and 5 in the probabilities of vehicle ownership for a median household, a household in the 25th percentile and a household in the 75th percentile respectively.

The elasticities based on the 1991 models are about 50% higher than these based on the 1993 data. Using unweighted data to estimate the 1991 model could probably account for a small proportion of the difference in elasticities. Table 10 shows that wage elasticities based on 1993 unweighted data are slightly lower than these based on weighted data. If the same sampling pattern used in 1993 was used in 1991, the lack of weighting could then explain part of the difference in the elasticities.

¹⁰ Needless to say, grouping or stratification could be using other variables as well. If one is interested in the responsiveness of vehicle ownership to income (or any other variable) and how it changes with the number of workers in a household, one could estimate the elasticities for groups of households with one worker, with two workers, and so on.

Home Ownership: The dummy variable used for ownership is statistically significant at the 5 percent level and is relatively large in the both 1991 and 1993 models. Its coefficient has the expected positive sign indicating higher probabilities of vehicle ownership are associated with higher probabilities of home ownership. The 1993 and 1991 models suggest that the probability of vehicle ownership for the median household would be respectively 11 and 9 percentage points less if the residence is not owned by a member of the household. It should be noted that 91.5 percent of the households surveyed in 1993, and 82 percent of the households surveyed in 1991 owned their place of residence.

Sex of primary worker: A dummy variable if the primary worker in the household is a female is significant at the 5 percent level and its coefficient has a relatively large value in both 1993 and 1991 models. The negative sign of the coefficient indicates that the probability of vehicle ownership is higher if the primary worker in the household is male. According to 1991 and 1993 data, approximately 80%-81% of surveyed households have male primary workers. The 1993 model shows that the probability of vehicle ownership would be 7 percentage lower with a female than a male primary worker whether the household has median, 25th percentile, or 75th percentile wages. The 1991 models suggest that the corresponding drops in the probability of vehicle ownership associated with a female primary worker is 8 percentage points for a median household, 7 points for a household in the 25th percentile and 9 points for a household in the 75th percentile.

Locational dummies: The locational dummies are utilized to capture some of the characteristics of competing modes for a particular location and some accessibility characteristics of these locations: Dummies for the municipalities of Monterrey, Guadalupe, Garza García, San Nicolas and Santa Catarina all have a positive sign in both 1993 and 1991 models indicating that a median household located in any of these municipalities will have a higher probability of vehicle ownership than a median household located in Apodaca or Escobedo. A close look at the signs and coefficients of these dummies will generally show that they capture more socioeconomic characteristics that are not represented in the model than access characteristics. A clear example of these unrepresented socioeconomic variables is wealth. The large difference in ownership probabilities between a median household in Garza Garcia and one in Apodaca (see tables 8 and 9) can probably be explained on grounds of wealth than on accessibility taking into account that public transportation is

fairly ubiquitous in Monterrey¹². Although this makes the explanation of the results of the locational variables difficult, they should not be dropped as their presence in the models adds to their predictive power.

Table 7 provides probabilities for vehicle ownership and wage elasticities for households located in each of the seven municipalities based on the 1993 data. With the exception of Monterrey and Guadalupe that are significant at the 10% level, the other dummies are significant at the 5 percent level. Model 2 suggests that a median household located in Garza Garcia would have the highest probability of vehicle ownership (73%) and the lowest elasticity with respect to wage income (0.20). Following Monterrey is San Nicolas that has the second highest probability of ownership (64%) and the second lowest elasticity (0.26). At the other end of the spectrum is Santa Catarina which has the lowest probability of vehicle ownership (33%) and the highest elasticity (0.49). The overall shapes of the distributions of probabilities and elasticities remain the same for households in the 25th and 75th percentiles.

Using the 1991 data, a dummy variable for the municipality of Escobedo is statistically insignificant indicating that there is no difference in the probability of vehicle ownership if the household is located in Apodaca or Escobedo. Table 8 provides ownership probabilities and wage elasticities estimated using model 2. The results indicate that, similar to the 1993 model, a median household located in Garza Garcia would have the highest probability of vehicle ownership (52%) and the lowest elasticity with respect to wage income (0.46). Also, a median household located in San Nicolas will have the second highest probability of ownership (39%) and the second lowest elasticity (0.58). However, unlike 1993 results where Santa Catarina has the lowest probability of vehicle ownership and the highest elasticity, the 1991 results show that a median household located in Apodaca or Escobedo would have the lowest probability of ownership (18%) and the elasticity (0.78). Whereas the ownership probability is substantially higher in 1993 than in 1991 for median households located in Monterrey, Guadalupe, Garza Garcia, San Nicolas and Apodaca/Escobedo (18, 20, 21, 25 and 28 percentage points higher respectively), it is lower for Santa Catarina by 3 percentage points. One would need to further investigate this issue before arriving to any conclusions as to why this is the case.

¹² The causality might not be entirely clear as it is not certain whether there is no extensive public transport service in Garza Garcia because of the high vehicle ownership level whether the lack of extensive coverage leads to high ownership levels.

B) Alternative Model Specifications

In all model specifications, the variable, household wages, proves to be the most significant and its coefficient is relatively stable particularly for 1991 models. Home ownership and sex of primary worker are significant, and their coefficients are robust in all tested specifications.

While the number of persons per household is significant and has the right sign in most 1991 models, it does not perform well in 1993 models and its sign turns from the expected negative sign to a positive one once the number of permanent workers per household is introduced as an explanatory variable. The positive sign can probably be explained by the positive correlation between the two variables ($r = 0.46$). Various combinations of permanent and occasional workers, total number of persons, persons in certain age brackets were tested, the most significant of which are models 6 and 7. The introduction of certain combinations of these variables at the same time results in multicollinearity, with some variables becoming statistically insignificant.

In the 1991 models, dropping the number of persons increases the statistical significance of the number of workers. Models 6 and 7 substitute the number of persons with the number of workers and the number of children under 5 years. Both variables are significant at the five percent and the sign of their coefficient is negative implying that the larger the number of persons in either of these categories, the lower will be the probability of vehicle ownership.

The age of the primary worker in the household (highest wage-earner) is statistically insignificant at the 10 percent level in all 1993 and 1991 specifications. Its coefficient is very small and has negligible predictive power.

Table 3
Logit Estimates for Household Vehicle Ownership
in the Monterrey Metropolitan Region, 1993
Preferred Models

Explanatory	Model 1 Variable	Model 2
Intercept	-1.0323 (-6.6)	-1.343 (-6.0)
Weekly Wages per Household	0.00209 (13.6)	0.00203 (13.0)
Permanent Workers per household	-0.1448 (-2.9)	-0.1364 (-2.7)
Occasional workers per household	-0.423 (-6.8)	-0.406 (-6.4)
Home ownership 1 if owner; 0 otherwise	0.470 (3.1)	0.458 (3.0)
Sex of Primary Worker (1 if female, 0 if male)	-0.260 (-2.5)	-0.2804 (-2.6)
<u>Locational Dummies:</u>		
Monterrey	n. a.	0.2961 (1.75)*
Guadalupe	n. a.	0.3214 (1.83)*
Garza Garcia	n. a.	1.1609 (2.3)
San Nicolas	n. a.	0.8137 (4.4)
Santa Catarina	n. a.	-0.5043 (-2.2)
<u>Summary Statistics</u>		
<u>Number of</u>		
<u>Observations</u> 2,930		
L (O)	-2,031	
L (c)	-2,027	
L (B)	1,721	1,691
p ²	0.153	0.168

Values in parentheses are t-statistics.

n. a. not applicable.

***** not statistically significant at the 5% level.

Table 4
Logit Estimates for Household Vehicle Ownership
in the Monterrey Metropolitan Region, 1993
Alternative Model Specifications

Explanatory Variable	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
Intercept	-0.8328 (-12.2)	-0.6169 (-5.9)	-0.6344 (-6.0)	-0.6388 (-8.2)	-1.0701 (-6.9)
Weekly Wages per Household	0.00175 (14.8)	0.00184 (14.8)	0.00187 (14.7)	0.00208 (13.6)	0.0020 (13.5)
Persons/household	n. a.	-0.0576 (-2.7)	-0.0281 (-1.3)*	n. a.	n. a.
Permanent Workers per household	n. a.	n. a.	n. a.	-0.1519 (-3.0)	-0.154 (-3.1)
Occasional workers per household	n. a.	n. a.	-0.3407 (-5.9)	-0.4273 (-6.9)	-0.4312 (-6.9)
Home ownership 1 if owner; 0 otherwise	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	0.4814 (3.2)
<u>Summary Statistics</u>					
Number of Observations	2,930				
L (O)	-2.031				
L (c)	-2.027				
L (B)	-1.755	-1.751	-1.733	-1.729	-1.724
p ²	0.136	0.138	0.147	0.149	0.152

Values in parentheses are t-statistics.

n. a. not applicable.

* not statistically significant at the 5% level.

Table 5
Logit Estimates for Household Vehicle Ownership
in the Monterrey Metropolitan Region, 1993
Preferred Models

Explanatory Variable	Model 1	Model 2
Intercept	-1.1268 (-6.0)	1.9202 (-7.1)
Weekly Wages per Household	0.00101 (13.5)	0.00099 (13.0)
Persons/household	-0.0939 (-3.2)	0.0967 (-3.2)
Workers per Household	-0.1161 (1.62)*	0.0999 (-1.38)*
Home ownership (1 if owner; 0 otherwise)	0.3885 (2.7)	0.3805 (2.6)
Sex of Primary Worker (1 if female, 0 if male)	-0.3078 (-2.2)	-0.3567 (-2.5)
<u>Locational Dummies:</u>		
Monterrey	n. a.	0.8316 (3.8)
Guadalupe	n. a.	0.7698 (3.3)
Garza Garcia	n. a.	1.564 (4.0)
San Nicolas	n. a.	1.0909 (4.6)
Santa Catarina	n. a.	0.8843 (3.1)
<u>Summary Statistics</u>		
Number of Observations	1,751	
L (O)	-1,214	
L (c)	-1,201	
L (B)	-1,027	-1,006
p ²	0.154	0.171

Values in parentheses are t-statistics.

n. a. not applicable.

* not statistically significant at the 5% level.

Table 6
Logit Estimates for Household Vehicle Ownership
in the Monterrey Metropolitan Region, 1991
Alternative Specifications

Explanatory Variable	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
Intercept	-1.4658 (-15.3)	-0.9396 (-6.1)	-1.1564 (-6.2)	-1.2435 (-6.9)	-2.0211 (-7.6)
Monthly Wages per Household	0.00093 (13.9)	0.00097 (14.1)	0.00101 (13.5)	0.00102 (13.6)	0.00100 (13.2)
Persons/household	n. a.	-0.1108 (-4.3)	-0.0922 (-3.1)	n. a.	n. a.
Workers per household	n. a.	n. a.	-0.1330 (1.87)*	-0.2324 (-3.6)	-0.2194 (-3.4)
Home ownership 1 if owner; 0 otherwise	n. a.	n. a.	0.379 (2.6)	0.3162 (2.2)	0.3062 (2.1)
Sex of Primary Worker (1 if female, 0 if male)	n. a.	n. a.	n. a.	-0.333 (-2.4)	-0.378 (-2.6)
Children under 5 years/household	n. a.	n. a.	n. a.	-0.1555 (-2.4)	0.1571 (-2.4)
<u>Locational Dummies:</u>					
Monterrey	n. a.	n. a.	n. a.	0.7947	(3.6)
Guadalupe	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	0.7518 (3.3)
Garza Garcia	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	1.5471 (4.0)
San Nicolas	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	1.0857 (4.5)
Santa Catarina	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	0.8608 (3.0)
<u>Summary Statistics</u>					
Number of Observations	1,751				
L (O)	-1,214				
L (c)	-1,201				
L (B)	-1,7042	-1,033	1,023	-1,023	1,009
p ²	0.141	0.149	0.157	0.157	0.1569

Values in parantheses are t-statistics.

n. a. not applicable.

* not statistically significant at the 5% level.

Table 7
Elasticities of Vehicle Ownership/¹

	1993		1991/ ²	
	Low	High	Low	High
Median Household	0.35	0.41	0.54	0.61
Household in the 25th percentile	0.25	0.30	0.38	0.42
Household in the 75th percentile	0.44	0.55	0.70	0.76

¹ Estimated elasticities are based on models that do not include locational dummies. Tables 8 and 9 present results from models using locational dummies.

² Weekly wage for 1993, and monthly wage for 1991

³ All 1991 results are based on unweighted data.

Table 8
Probabilities of Vehicle Ownership and Elasticities by Household Location*
Monterrey Metropolitan Region, 1993

Household Location	Median Household		Household in 25th percentile**		Household in 75th percentile**	
	Probability	Elasticity	Probability	Elasticity	Probability	Elasticity
Monterrey	52%	0.35	45%	0.25	67%	0.45
Guadalupe	52%	0.35	45%	0.25	67%	0.44
Garza Garcia	73%	0.20	67%	0.15	83%	0.23
San Nicolas	64%	0.26	58%	0.19	77%	0.31
Escobedo	40%	0.44	33%	0.30	55%	0.61
Santa Catarina	33%	0.49	27%	0.33	48%	0.71
Apodaca	46%	0.39	40%	0.27	62%	0.52

* All results are based on model 9 that includes the locational dummies.

** For a definition of the household in these percentiles see footnote number 8.

Table 9
Probabilities of Vehicle Ownership and Elasticities by Household Location*
Monterrey Metropolitan Region, 1991

Household Location	Median Household		Household in 25th percentile**		Household in 75th percentile**	
	Probability	Elasticity	Probability	Elasticity	Probability	Elasticity
Monterrey	34%	0.63	26%	0.42	51%	0.84
Guadalupe	32%	0.65	24%	0.43	49%	0.87
Garza Garcia	52%	0.46	42%	0.33	69%	0.54
San Nicolas	39%	0.58	31%	0.40	57%	0.74
Santa Catarina	36%	0.61	27%	0.42	53%	0.81
Apodaca & Escobedo	18%	0.78	13%	0.50	31%	1.18

* All results are based on model 8 & 9 that includes the locational dummies.

** For a definition of the household in these percentiles see footnote number 8.

Table 10

**Comparison of Logit Estimates and Elasticities for Household Vehicle Ownership
in the Monterrey Metropolitan Region**

Explanatory Variable	1993		1991
	Weighted	Unweighted	Unweighted
Intercept	-0.9628 (-28.3)	-1.0374 (-6.3)	-1.91419 (-6.2)
Wages per Household*	0.00188 (72.3)	0.00205 (15.2)	0.00097 (13.9)
Persons/household	-0.0698 (-15.9)	-0.0714 (-3.3)	-0.1177 (-4.4)
Home ownership (1 if owner; 0 otherwise)	0.4842 (16.1)	0.5051 (3.44)	0.3689 (2.6)
Sex of Primary Worker (1 if female, 0 if male)	-0.3327 (-15.9)	-0.4489 (-4.4)	-0.3241 (-2.54)

Values in parentheses are t-statistics

Summary Statistics

Number of Observations	2,930	2,933	1,751
Total Frequency	70,321	2,933	1,751
L (O)	-48,743	-2,033	-1,214
L (β)	-42,767	-1,806	-1,027
p ²	0.123	0.112	0.154

Elasticities:

(1)	0.38	0.41	0.58
(2)			0.66
(3)	0.28	0.31	

(1) Elasticities are estimated using the median values for the respective years.

(2) Elasticity is estimated using 1993 medians (weekly wage was multiplied by 4).

(3) Elasticities are estimated using the 1991 medians (monthly wage was divided by 4)

* Monthly wages were used in estimating the 1991 models and weekly wages in estimating the 1993 models.

5. Concluding comments

Wages play the most significant role in determining the probability of vehicle ownership. Home ownership, occasional workers, the sex of the primary worker in the household are also among the important variables in explaining ownership behavior. In addition, this analysis indicates that the ownership level is affected by the municipality in which the household is located. This could be due to the specific location of the municipality or due to some socioeconomic factors that are specific to households in the municipality and that have not been captured by explanatory variables used in the model.

The impact of the location of the household on vehicle ownership is worthy of further investigation. If the households surveyed from a municipality are representative of the municipality, it would be very useful to carry out the analysis at the level of the municipality.

APPENDIX 1

TABLE 1
MONTERREY METROPOLITAN REGION
 Distribution of Zones, Agebs, & Households by Municipality

MUNICIPALITY	ZONES ²		AGEBS ³		HOUSEHOLDS	
	FREQUENCY	PERCENT	FREQUENCY	PERCENT	FREQUENCY	PERCENT
APO	18	5.7	48	6.1	27,117	4.4
CAT	16	5.0	46	5.9	39,893	6.5
ESC	15	5.3	51	6.5	20,536	3.4
GPE	53	18.9	144	18.3	126,558	20.7
GZA	21	7.5	49	6.2	27,119	4.4
MTY	128	45.6	340	43.3	263,240	43.0
NIC	34	12.1	107	13.6	107,683	17.6
Total	285	100.0	785	100.0	612,755	100.0

Key:

APO: Apodaca

CAT: Santa Catarina

ESC: Escobedo

GPE: Guadalupe

GZA: Garza Garcia

MTY: Monterrey

NIC: Nicolas

1. Agebs are the statistical units used by INEGI (Governmental Institute of Statistics): The city is divided into a total of 285 zones and 785 Agebs.
2. The distribution of zones has been determined using the provided database file (pobxageb.debf) and the zonal map of Monterrey. Some refinements in the distribution of the zones is required as there several zones that fall in two non-adjacent municipalities.
3. Out of the total of 785 agebs, there are 27 agebs that fall in different municipalities and are consequently counted more than once.

Table 1 shows the total number of zones, agebs & households in each municipality. For example, the municipality of Apodaca is divided into 18 zones. These zones are further divided into a total of 48 agebs. The total number of households Apodaca is 27,117 households.

TABLE 2:
SURVEYED SAMPLE

Distribution of Zones, Agebs, & Households by Municipality

MUNICIPALITY	ZONES2		AGEBS		HOUSEHOLDS	
	FREQUENCY	PERCENT	FREQUENCY	PERCENT	FREQUENCY	PERCENT
APO	5	6.0	6	6.5	252	8.4
CAT	5	6.0	8	8.6	157	5.2
ESC	2	2.4	4	4.3	122	4.1
GPE	18	21.7	19	20.4	742	24.6
GZA	4	4.8	4	4.3	81	2.7
MTY	38	45.8	40	43.0	1195	39.7
NTC	11	13.3	12	12.9	463	15.4
Total	83	100.0	93	100.0	3012	100.0

Table 2 shows the number of zones, agebs & households that were included in the June 1993 survey. For example, 5 of the 18 zones in the municipality of Apodaca were covered in the survey and 6 of the 48 agebs in Apodaca were covered in the survey. Out of a total of 27,117 households in Apodaca, 252 were surveyed.

APPENDIX 2

SAMPLING WEIGHTS

1993

AGEB	ZONE	POPULATION (1990)	TOTAL HOUSEHOLDS	MUNICI- PALITY	SAMPLE HOUSEHOLDS	SAMPLING WEIGHT*	
1	011-7	101	6468	1456	APO	33	44.12
2	033-3	137	4353	924	APO	2	462.00
3	040-3	109	6003	1498	APO	77	19.45
4	055-A	109	2451	703	APO	89	7.90
5	056-4	130	5265	1397	APO	60	23.28
6	058-3	125	565	185	APO	82	2.26
7	021-0	6	4038	1291	CAT	37	34.89
8	033-3	15	574	165	CAT	2	82.50
9	040-3	13	3235	732	CAT	77	9.51
10	048-A	9	3903	769	CAT	28	27.46
11	054-6	15	44005	967	CAT	1	967.00
12	055-A	4	2669	546	CAT	89	6.13
13	056-4	15	4213	849	CAT	60	14.15
14	058-3	4	3641	739	CAT	82	9.01
15	023-6	91	2200	434	ESC	33	13.15
16	036-3	99	1821	410	ESC	32	12.81
17	048-6	91	2707	579	ESC	52	11.13
18	061-1	0	233	50	ESC	5	0.00
19	009-2	160	4258	1009	GPE	70	14.41
20	009-8	192	2182	494	GPE	1	494.00
21	017-7	164	2507	624	GPE	49	12.73
22	025-1	167	7827	1376	GPE	97	14.19
23	034-0	180	7667	1440	GPE	80	18.00
24	044-4	186	3839	820	GPE	76	10.79
25	052-9	171	6784	3494	GPE	81	43.14
26	058-6	201	7139	1317	GPE	1	1317.00
27	059-0	179	5179	913	GPE	34	26.85
28	074-5	207	1991	355	GPE	11	32.27
29	084-9	193	351	80	GPE	3	26.27
30	104-8	168	4270	2421	GPE	72	33.63
31	115-6	174	66	36	GPE	3	12.00
32	131-5	165	1865	563	GPE	33	17.06
33	138-7	178	3989	896	GPE	36	24.89
34	145-7	203	3168	631	GPE	25	25.24
35	152-7	189	2493	550	GPE	15	36.67
36	161-6	205	5280	1241	GPE	20	62.05
37	169-2	207	1121	750	GPE	35	21.43
38	013-4	20	1504	301	GZA	35	8.60
39	024-2	30	2448	495	GZA	19	26.05
40	025-7	32	929	331	GZA	3	110.33
41	054-3	19	1518	296	GZA	23	12.87
42	011-8	61	6148	1117	MTY	16	69.81
43	019-4	63	4165	743	MTY	15	49.53
44	028-3	66	3511	672	MTY	10	67.20
45	037-2	72	3776	796	MTY	27	29.48
46	096-A	270	1970	514	MTY	57	9.02
47	053-1	77	7955	1436	MTY	88	16.32
48	061-6	84	5097	1169	MTY	64	18.27
49	069-2	44	1446	344	MTY	5	68.80
50	078-1	269	652	172	MTY	8	21.50
51	087-0	43	6727	1374	MTY	58	23.69
52	096-A	270	1970	514	MTY	57	9.02
53	103-1	258	2145	489	MTY	17	28.76
54	112-0	252	4198	903	MTY	19	47.53

55	119-2	277	4909	1211	MTY	124	9.77
56	128-3	263			MTY	1	
57	129-6	267	5228	1381	MTY	55	25.11
58	138-5	263	3493	891	MTY	29	30.72
59	146-A	282	3790	1010	MTY	23	43.91
60	154-4	288	851	252	MTY	4	63.00
61	163-3	279	1867	474	MTY	6	79.00
62	171-8	281	2620	634	MTY	3	211.33
63	179-4	217	4114	866	MTY	41	21.12
64	187-9	212	4414	913	MTY	18	50.72
65	195-3	212	6842	1242	MTY	41	30.29
66	196-A	287			MTY	1	
67	204-4	215	2615	543	MTY	7	77.57
68	212-9	235	4786	893	MTY	14	63.79
69	222-2	237	3712	543	MTY	13	41.77
70	230-7	238	2544	2072	MTY	19	109.05
71	242-A	62	6695	1214	MTY	81	14.99
72	256-1	54	2075	516	MTY	26	19.85
73	268-4	42	1573	317	MTY	14	22.64
74	297-0	303	1548	352	MTY	26	13.54
75	319-9	0	548	115	MTY	14	8.21
76	332-4	57	3304	582	MTY	19	30.63
77	340-9	70	2439	482	MTY	25	19.28
78	348-5	49	5004	909	MTY	35	25.97
79	356-A	47	689	570	MTY	9	63.33
80	364-4	234	8751	1586	MTY	93	17.05
81	372-9	228	2751	510	MTY	20	25.50
82	012-7	112	7092	1391	NIC	50	27.82
83	020-1	119	5767	1272	NIC	64	19.87
84	031-A	121	1369	300	NIC	16	18.75
85	038-1	150	5603	1371	NIC	13	105.46
86	046-6	103	1683	1028	NIC	22	46.73
87	078-6	154	6509	1263	NIC	85	14.86
88	092-6	107	6574	1282	NIC	9	94.00
89	112-5	118	4356	846	NIC	9	94.00
90	118-2	143	4109	749	NIC	36	20.81
91	124-8	149	5093	952	NIC	20	47.60
92	130-3	116	4409	1165	NIC	34	34.26
93	136-0	143	1993	1453	NIC	84	17.30

The sampling weight for each ageb has been estimated by dividing the total number of households in an ageb by the surveyed number of households from the ageb.

* The weights are presented as calculated from the provided data. Certain corrections and overall refinement of the data are necessary to obtain more accurate weights.

Ineficiencia y equidad en el sistema de autobuses de pasajeros de Monterrey

Hernán M. Villarreal Rodríguez*

Se estudia la evolución del Sistema de Transporte en Monterrey poniendo énfasis en las ineficiencias del diseño de rutas. Asimismo se cuantifica el costo social que implica el actual trazado de éstas, comparando los resultados de dos alternativas que no modifican la estructura del mercado, pero que son socialmente más eficientes —sistemas con características de trazados "ortogonales", en vez de "radiales". Las ineficiencias detectadas en el esquema presente implican un costo social anual superior a los N\$ 344'000,000, y bajo supuestos más estrictos —suponiendo un ahorro en el tiempo de transportación del 15%— y realizando todas las contabilizaciones —gastos de hospitalización, minusvalías etc.—, fácilmente alcanzaría los N\$ 550'000,000 al año. Este desperdicio social es fácilmente evitable, ya que los rediseños de las rutas incrementan la productividad del capital invertido, y pueden implementarse incluso sin que cambien las composiciones porcentuales y montos de utilidades de los concesionarios del transporte urbano.

1. Introducción

El Sistema de Transporte que opera en la Actualidad en el Área Metropolitana de Monterrey (STA) implica una serie de costos que perjudican a

- consumidores
- transportistas
- gobierno
- empresas.

Aquí se hará un intento por cuantificar los costos que implica el STA y se planteará la posibilidad de diseñar un nuevo trazado de rutas con el cual se lograse mejorar a todos los actores económicos antes mencionados, aumentando el bienestar social y la productividad general de la ciudad.

Se parte de que, con el crecimiento de la ciudad, el STA ocasiona pérdidas cada vez mayores en todos los actores económicos, y tomando en cuenta que es inevitable el que se detenga el crecimiento de Monterrey, son mínimas

* Subdirector, Centro de Investigaciones Económicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

las holguras que tiene el sistema para satisfacer las demandas que exigen todas las partes.

Es difícil encontrar soluciones que, aunque beneficien al conjunto de la colectividad, no impliquen pérdidas para algunos sectores. Encontrar una modificación de la estructura que beneficie a la inmensa mayoría de los participantes, sólo se puede dar si nos encontramos en una estructura muy ineficiente.

Los problemas que el STA presenta son consecuencia de un patrón de evolución en el que durante mucho tiempo, y en distintos períodos, se ha beneficiado a alguno de los actores económicos. En la actualidad ya no sucede esto.

Por un lado, los consumidores encontrarían muy deseable que disminuyeran los tiempos de viaje, los transbordos, las tarifas y la calidad del servicio.

Por el otro, el sector privado quisiera encontrar mano de obra menos cansada y "estresada", con mayor calidad de vida. También necesitan de una mejor vialidad para que sus negocios prosperen con accesos más competitivos para clientes y proveedores.

Desde otro punto de vista, los transportistas enfrentan drásticas caídas en la productividad de sus inversiones por el inadecuado trazado de las rutas, haciendo cada vez más difícil el que las demandas de mayores ingresos se puedan lograr aumentando la tarifa.

Incluso, el gobierno ve afectada su imagen con el STA debido a las unidades en mal estado, a la gran cantidad de accidentes de tráfico, y en general al ser un servicio que en calidad deja mucho que desear, y que hace ver a la ciudad como muy distante del primer mundo.

A continuación, establecemos un marco teórico que permita utilizar las herramientas de la economía para analizar este problema y proponer posibles soluciones.

2. Elección del consumidor

Consideremos que el grupo de consumidores i poseen una función de utilidad respecto a sus necesidades de transportación dada por:

$$U_i = U_i (T, Q),$$

donde T es igual al tiempo que dura un traslado y Q la calidad del servicio adquirido.

Por otro lado, el consumidor enfrenta una serie de alternativas de servicios de transportación con distintos precios, por ejemplo:

X_1 = automóvil

X_2 = taxi

X_3 = metro

X_4 = camión urbano tradicional.

Respecto al alineamiento de los precios respectivos, lo único que queda claro es que:

$$P_1 > P_2, P_3, P_4$$

y que:

$$P_4 < P_1, P_2, P_3$$

Es decir, el problema que enfrenta el consumidor es el de:

$$\begin{aligned} &\text{Maximizar: } U_i(T, Q) \\ &X_1, X_2, X_3, X_4 \end{aligned}$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} &P_1X_1 + P_2X_2 + P_3X_3 + P_4X_4 \leq M_i \\ &t(X_1, X_2, X_3, X_4) = T \\ &q(X_1, X_2, X_3, X_4) = Q, \end{aligned}$$

donde M_i es la proporción máxima del ingreso del individuo del grupo i que está disponible para gastos de transportación, t es una función que convierte las cantidades consumidas de los distintos servicios en el tiempo del traslado, y q convierte esas mismas cantidades en el indicador de calidad Q .

Suponemos que el consumidor realiza su maximización en dos etapas: en la primera decide las proporciones de sus ingresos que destinará a alimentación, vestido, transporte, diversión, vivienda etc., y ya definida ésta entonces decide que bienes y/o servicios adquiere.

Por ejemplo, si para el grupo de individuos más pobre se tiene una M muy baja, entonces puede ser que dicho grupo vea restringida su elección de

transportación a X_4 . Es decir, para un segmento de la población (digamos la proporción $1 - \alpha$; $0 < \alpha < 1$) no existe el problema de maximización anterior, pues de antemano se sabe que la decisión consiste en X_4 o nada.

Los mercados de los productos X_1 , X_2 , y X_3 podrían operar como mercados competitivos. Un aumento en el precio del taxi, implica para el productor una baja en sus ventas, ya que los consumidores se trasladarían a otros servicios.

El único servicio de transporte que no se comporta bajo las "reglas del mercado" es el de camiones. Un aumento en la tarifa de camiones puede hacer que algunos usuarios se desplacen a otros servicios, pero la proporción de la población $(1 - \alpha)$ definitivamente podría quedarse sin medio de transporte.

El problema de maximización anterior implica que las demandas de los distintos servicios de transportación vengan dadas por las siguientes relaciones funcionales:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_1(P_1, P_2, P_3, P_4, T, Q) \\ X_2 &= X_2(P_1, P_2, P_3, P_4, T, Q) \\ X_3 &= X_3(P_1, P_2, P_3, P_4, T, Q) \\ X_4 &= \alpha X_4(P_1, P_2, P_3, P_4, T, Q) + (1 - \alpha) f(P_4), \end{aligned}$$

y cada demanda tiene una elasticidad del propio precio negativa y una elasticidad cruzada positiva.

Es decir, existe una proporción de usuarios $(1 - \alpha)$ cuya única opción es el servicio de camiones, implicando que si no se desea olvidar al grupo de menores ingresos, no se puede dejar el servicio de camiones a las libres fuerzas del mercado.

Por otro lado, si no existieran problemas de externalidades negativas en la prestación de los servicios X_1 , X_2 , y X_3 , entonces éstos se podrían dejar funcionar con las reglas del libre mercado. Pero, dada la existencia de externalidades negativas para el resto de la población--contaminación, congestionamiento vial, accidentes, etc.--, deberían ponerse impuestos al uso de los servicios X_1 , X_2 , y X_3 acordes con el perjuicio que cada uno genere.

En el caso del automóvil, se cobran impuestos a la tenencia y placas y pueden exigirse pagos elevados por estacionarse en ciertas zonas. En el caso

de los taxis se cobran los derechos de circulación mediante placas especiales.

Contrariamente, en el uso del servicio de camiones tradicional existen externalidades positivas para el resto de la población. Además del menor congestionamiento y contaminación que implica un uso más intensivo de este servicio (suponiendo que el mismo sea eficiente), la actividad económica podría contar con una fuerza laboral mayor y más productiva.

Es decir, además de las consideraciones redistributivas que justificarían la intervención estatal en el servicio de camiones tradicionales, también existen externalidades positivas que apoyan dicha intervención.

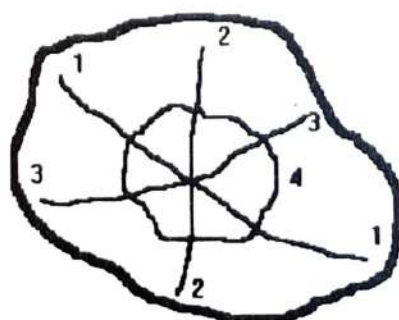
Sin embargo, la intervención gubernamental debe hacerse de una forma inteligente, ya que de no ser así se caería en los vicios comunes de la empresa pública, que ha demostrado en muchas ocasiones conducir a servicios subsidiados y de mala calidad.

3. Evolución del sistema actual

Al igual que en la mayoría de las ciudades de México, el sistema de transporte público de camiones urbanos de pasajeros de Monterrey ha seguido una evolución histórica con patrones muy definidos.

Cuando el tamaño de la ciudad era pequeño, sólo se tenían unas cuantas rutas concesionadas por la autoridad gubernamental, todas convergiendo al centro de la ciudad, y alguna otra ruta de circunvalación al mismo. Lo anterior como consecuencia de que actividad económica se desarrollaba principalmente en el centro de la ciudad. El diagrama 1 esquematiza el anterior comportamiento.

Diagrama 1



Conforme la mancha urbana va creciendo, se van instalando más rutas, aunque continuando con la característica de pasar por el centro de la ciudad: se alargaron las rutas existentes, se crearon nuevas rutas similares y otras que llegaban hasta el centro y se regresaban al punto de partida. En promedio, de 1950 a 1975 se triplicó la mancha urbana de la ciudad de Monterrey.

La actividad industrial y comercial ya no solo se concentraba en el centro de la ciudad, pero había que pasar por él para hacer las interconexiones necesarias. El diagrama 2 muestra el esquema que funcionaba entonces.

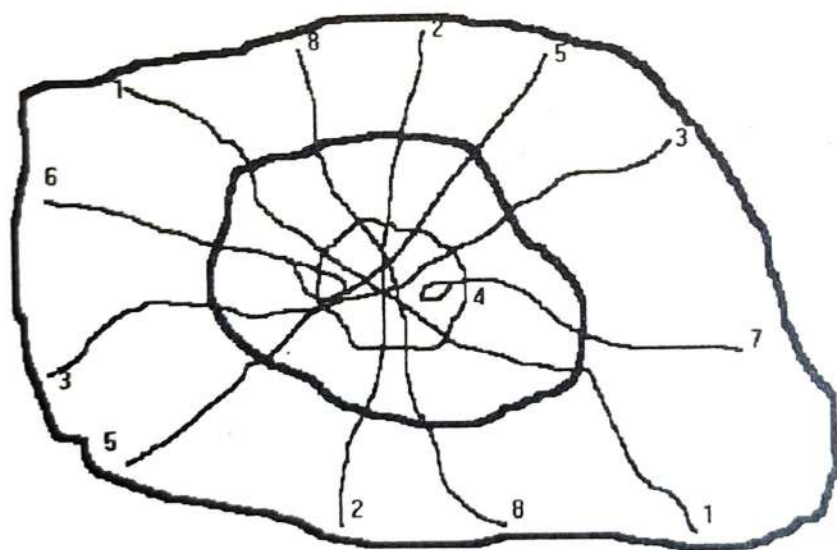


Diagrama 2

En este punto, empiezan a darse pugnas entre los concesionarios por controlar mayores territorios, ya que al estar fijas las tarifas, sólo se podían obtener mayores ingresos captando más pasajeros.

Con un sistema de rutas de este estilo (tipo radial) la probabilidad de captar un pasajero aumenta si se dan dos condiciones:

- i) aislamiento de otros competidores en las zonas de origen,
- ii) provocar la concurrencia de pasajeros en un destino virtual igual para todos los pasajeros.

De 1975 a 1993 la ciudad más que duplicó la magnitud de su mancha urbana, y las rutas siguieron con el mismo patrón de comportamiento, sólo que ante la imposibilidad de cubrir todo el crecimiento de la mancha, aparecen ramales de las antiguas rutas para abarcar más territorio.

De las rutas que en 1993 mantenían el mismo nombre que en 1975, podemos ver los siguientes cambios respecto al recorrido de las mismas:

CUADRO 1
CRECIMIENTO DE LAS RUTAS DE CAMIONES EN MONTERREY

Ruta	Km. 1975	Km. 1er Cua. 75	% Recorrido 1er Cua. 75	Km. 1993	% Recorrido 1er Cua.75	Crecimient o de la ruta
R-1	11.49	10.50	91.38	35.30	29.75	23.81
R-10	20.70	6.30	30.43	27.00	23.33	6.30
R-12	15.25	2.56	16.79	26.00	9.85	10.75
R-15	17.21	7.00	40.67	8.00	87.50	-9.21
R-17	14.19	6.80	47.92	23.00	29.57	8.81
R-18	17.37	8.10	46.63	22.50	36.00	5.13
R-29	14.65	0.00	0.00	21.00	0.00	6.35
R-34	14.15	7.50	53.00	14.00	53.57	-0.15
R-35	21.40	6.40	29.91	26.00	24.62	4.60
R-37	13.05	4.80	36.78	30.00	16.00	16.95
R-39	16.90	6.54	38.70	23.00	28.43	6.10
R-4	14.43	8.40	58.21	17.80	47.19	3.37
R-44	19.70	5.12	25.99	22.00	23.27	2.30
R-45	16.39	6.60	40.27	20.00	33.00	3.61
R-46	15.15	7.90	52.15	39.00	20.26	23.85
R-52	17.77	6.18	34.78	19.00	32.53	1.23
R-64	16.00	5.14	32.13	32.50	15.82	16.50
R-65	23.70	5.14	21.69	36.50	14.08	12.80
R-67	16.45	8.26	50.21	15.00	55.07	-1.45
R-69	19.30	9.04	46.84	17.00	53.18	-2.30
R-70	21.09	6.78	32.15	35.00	19.37	13.91
R-71 3	14.40	3.66	25.42	31.10	11.77	16.70
R-72	18.80	4.26	22.66	37.50	11.36	18.70
R-73	14.79	6.60	44.62	39.00	16.92	24.21
R-76	26.57	6.98	26.27	44.00	15.86	17.43
R-77	20.24	5.30	26.19	30.00	17.67	9.76
R-81	24.66	6.38	25.87	30.00	21.27	5.34
R-82	13.50	5.30	39.26	41.00	12.93	27.50
R-85	23.00	8.58	37.30	37.60	22.82	14.60
Media	17.67	6.28	37.04	27.58	27.00	9.91

Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

Lo que implica que se ha seguido un patrón que alarga la ruta para tratar de alcanzar nuevos asentamientos, y en la mayoría de los casos se descompone en dos o más ramales.

En 1975, las rutas en promedio tenían 17.67 km. de longitud, mientras que en 1993 han crecido hasta 27.58 km., lo que equivale a un crecimiento de más de 56%. Como consecuencia lógica, a medida que se dió el alargamiento de las rutas, para cubrir más territorio, éstas debieron subdividirse. El diagrama 3 ejemplifica el anterior comportamiento.

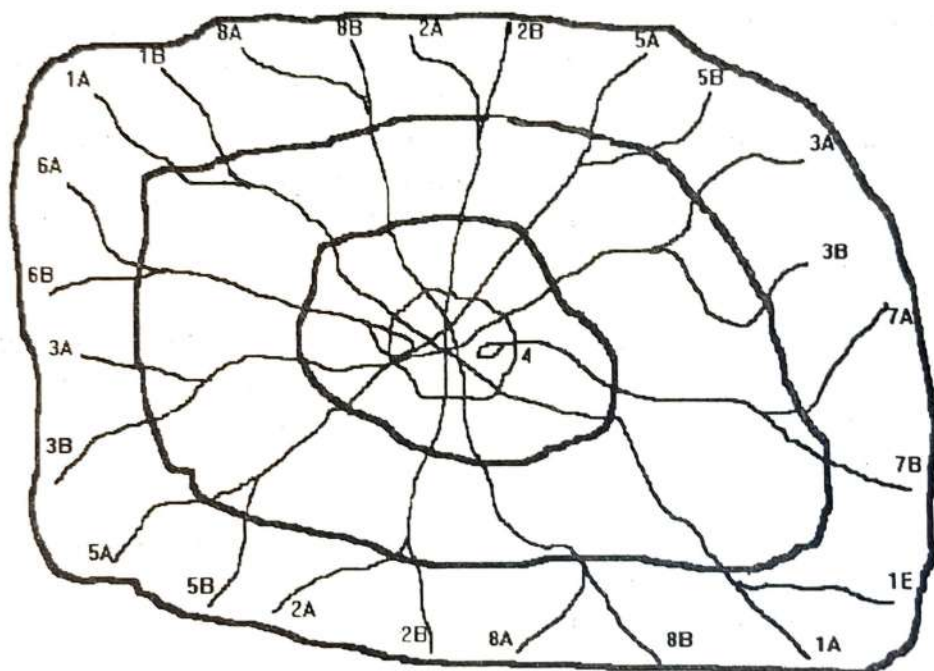


Diagrama 3

Dos impactos se generan con la simple extensión de las rutas. Por un lado, al incrementar la longitud de vuelta, el número de kilómetros-vehículo aumenta en la misma proporción; ante este fenómeno y manteniendo simultáneamente el centro como destino intermedio obligado, el tiempo y longitud de viaje para los pasajeros también se incrementará.

El solo aumento de la longitud de vuelta, obliga al concesionario a utilizar más unidades para sostener la frecuencia de paso a menos que, como

ocurrió en los 70's, se permita la introducción de un servicio auxiliar de microbuses que supla las deficiencias en servicio del sistema.

En su conjunto la productividad del sistema tenderá a decaer debido a la disminución de la cantidad de ascensos que ocurren por kilómetro-vehículo recorrido. Para mantener la rentabilidad del sistema en un esquema de productividad decadente, los concesionarios practicaron dos estrategias:

- a) presiones tarifarias,
- b) reducción de costos.

Sobre la primera estrategia, las presiones tarifarias, poco hay que agregar a lo observado en la historia del transporte. Sin embargo, en la segunda, que corresponde a la reducción de costos, ésta se reflejó en una caída generalizada de la calidad del servicio, que se distingue por unidades viejas totalmente depreciadas, mano de obra pobremente remunerada y no calificada, ausencia de entrenamiento, evasión reiterada de leyes y reglamentos, etc.

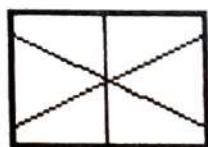
El segundo impacto que ha propiciado el concesionario al intentar maximizar sus ganancias, es el de las externalidades producidas por el sistema urbano. El aumento en el número de unidades ha producido:

- 1) Mayores niveles de contaminación.
- 2) Congestionamiento y reducción de velocidades en la vialidad urbana.
- 3) Aumento en los costos de viaje.
- 4) Aumento en la tasa de accidentes.

4. Aproximación a la solución: sistema radial vs sistema ortogonal

Cuando la actividad económica de una ciudad pequeña se concentra en el centro del área urbana, los sistemas de transporte público radial son una buena solución a los problemas de movilidad urbana.

Los gráficos siguientes muestran lo que constituiría el mínimo sistema radial de rutas (4A), y el respectivo mínimo sistema ortogonal (4B) que podrían existir en un área urbana pequeña.



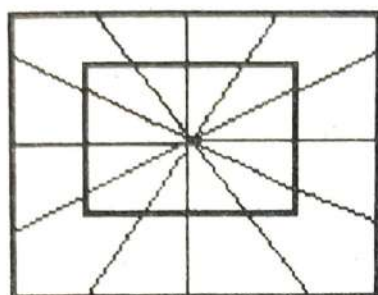
4A



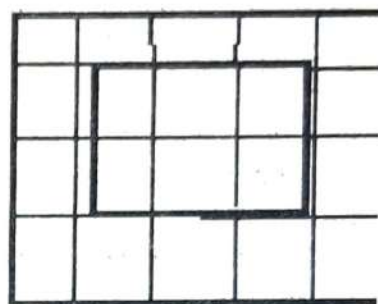
4B

Las longitudes de las rutas urbanas son las mismas en ambos sistemas, y aunque en el sistema 4A sólo hay un punto de interconexión de rutas, la eficiencia del sistema es similar.

Si triplicamos el área urbana y continuamos con los mismos patrones de crecimiento de las rutas y las mismas longitudes en kilómetros en los dos sistemas, tendríamos unos mapas como 5A y 5B.



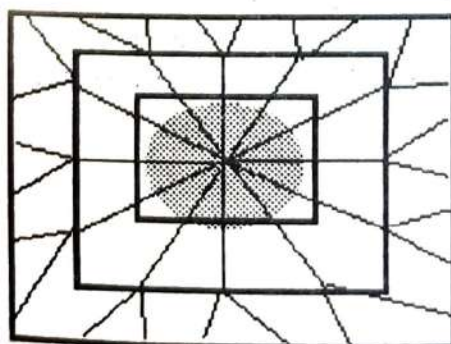
5A



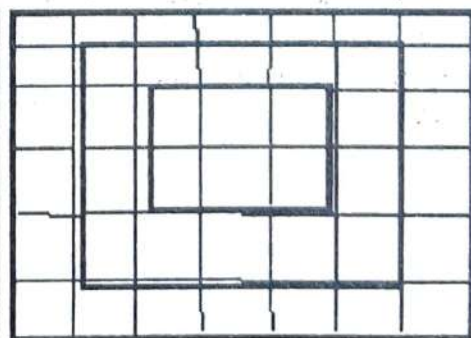
5B

En el sistema 5A sigue existiendo solamente un punto de intersección de rutas, en cambio en el sistema ortogonal ya son 12 las interconexiones. Esto implica que la velocidad de circulación disminuya en 5A por el congestionamiento existente en el centro de la ciudad. Por otro lado, trasladarse a puntos distantes del centro de la ciudad resulta más rápido en el sistema 5B.

Si continuamos el mismo patrón de crecimiento, duplicando la mancha urbana, y manteniendo el mismo número de kilómetros de longitud de rutas en los dos sistemas, tenemos los diagramas 6A y 6B.



6A



6B

En 6A sigue existiendo una interconexión principal con un muy elevado número de intercambios de pasajeros, además aparecen 12 interconexiones con volúmenes de intercambio mínimo resultado de la aparición de ramales. Contrastando con lo anterior, el sistema 6B crece a 30 interconexiones con volúmenes de intercambios más equilibrados.

El área circular sombreada en 6A es prácticamente impenetrable por el congestionamiento vehicular, lo que hace disminuir la velocidad de circulación del sistema radial 6A respecto al ortogonal 6B.

Podemos concluir que a medida que crece la ciudad y la actividad económica se reparte en otras zonas de la mancha urbana, el sistema de rutas radiales que implica atravesar el centro de la ciudad, es cada vez más ineficiente respecto a sistemas que en ciudades de menor tamaño parecían igualmente eficientes.

El presente modelo teórico de crecimiento es una abstracción que muestra que en ciudades grandes, mantener un sistema del tipo radial implicaría costos sociales en materia de eficiencia.

5. El costo social del sistema actual

Para calcular lo que la sociedad paga por tener el actual Sistema de Transporte Urbano y no uno más eficiente, se ha de tener en cuenta a una serie de factores, como ya antes se mencionó. Nosotros solamente consideraremos aquí los relativos a tiempo perdido, número de accidentes, y contaminación.

Tiempo perdido

Los resultados del programa de simulación del Consejo Estatal del Transporte (CET) muestran que con el sistema de transporte actual se tienen resultados generales poco eficientes. El siguiente cuadro muestra los resultados.

CUADRO 2
INDICADORES DE SISTEMAS ALTERNATIVOS

Concepto	Sistema Actual	Rediseño A	Rediseño B
Velocidad de circulación	20.93 km/h	17.32 km/h	17.65 km/h
Distancia de un viaje	11.46 km	10.81 km	10.07
Tiempo de una subida	32.84 min	37.43 min	34.23 min
Tiempo en llegar a parada	10.08 min	10.28 min	9.70 min
Tiempo de espera	2.12 min	2.21 min	1.99 min
Tiempo real de una subida	45.99 min	51.13 min	47.06
Tiempo de todo un traslado	98.36 min	112.91 min	82.19 min
Vehículos circulando	2741	1870	2162

Fuente: Estimaciones propias, con datos del Consejo Estatal del Transporte.

Es decir que con el rediseño de rutas A se podría reducir el número de unidades en circulación en un 31.78%, y disminuir la velocidad de circulación en un 17.25%. Con el rediseño B se podría disminuir la velocidad de circulación en un 15.67%, el tiempo del traslado se reduciría un 16.44%, y el número de unidades en circulación un 21.12%.

Disminuir la velocidad de circulación implica que se disminuya radicalmente la cantidad de accidentes, lo cual se logra con los dos rediseños.

El rediseño A pone énfasis en el problema de la contaminación, ya que con él se logrará reducir el parque de camiones en casi una tercera parte, mientras que con el rediseño B en este sentido se logrará una reducción menor (de 21.12%).

Los tiempos totales de traslado de los usuarios del transporte colectivo aumentarían con el rediseño A, pero con el rediseño B se reducirían en buena medida (un 16.44%).

Tiempos de traslado

Si consideramos que la totalidad del sistema de transporte en el AMM (tanto público como privado), logra una mejoría en los tiempos de traslado

de un 10%, lo que se alcanzaría muy holgadamente con el rediseño B; el costo en ingresos ganados al año por los trabajadores del AMM es de:

NS 314,500,000

cantidad que se obtiene de incluir a las horas dedicadas al transporte dentro de las horas laboradas, calcular un ingreso por minuto de cada trabajador, y luego disminuir un 10% al tiempo de traslado. En el caso de amas de casa y estudiantes se cargó (imputó) un nuevo centavo por cada minuto perdido en transportación (lo que equivale a una tercera parte de un salario mínimo).

Contaminación y seguridad

El costo de la contaminación es una parte sustancial del costo social global provocado por el crecimiento no controlado de la ciudad. Entre los efectos más negativos de la contaminación sobre la salud destacan la disminución de la vitalidad y la productividad de la población, la reducción de la esperanza de vida, el aumento de la frecuencia de mutaciones degenerativas y el uso de recursos económicos adicionales a los normalmente destinados a la atención médica y hospitalaria.

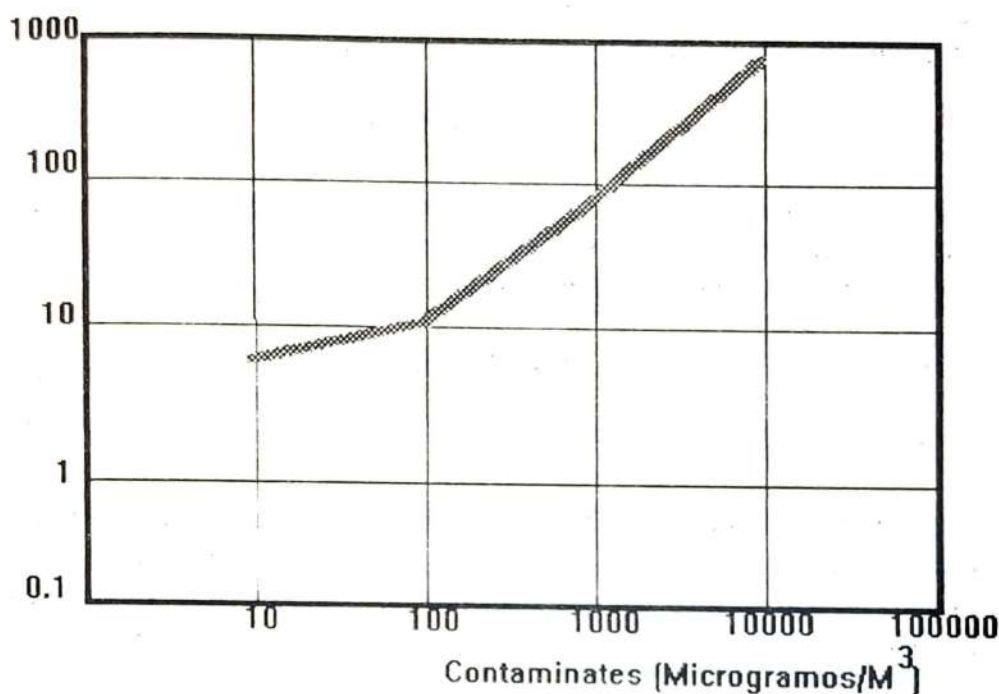
Partiendo de correlaciones de series de tiempo en diferentes ciudades del mundo ("Mortality and Air Pollution". *Env. Sci. Tech.* Vol. 19 #9 pp 764 y sig) y del supuesto de que sólo las fuentes contaminantes de origen humano --generadoras del 43% del total de emisiones nocivas-- son dañinas, se puede afirmar sin temor a equívocos que los niveles de contaminación observados en el AMM (aproximadamente 100 microgramos por metro cúbico) provocan un incremento en la mortalidad equivalente a entre 100 y 130 personas anuales. Pero como la gráfica de Mortalidad por Contaminación muestra, el problema se puede agravar de manera exponencial.

Con la reducción del número de camiones en circulación y el aumento en la velocidad de circulación, se podrían reducir las emisiones contaminantes en un 20%, y pasar a aproximadamente 80 microgramos por metro cúbico, lo que equivale a una reducción en la mortalidad anual de entre 50 y 70 personas.

MORTALIDAD POR CONTAMINACION

Correlación Internacional

% de Muertes en Exceso



Por otro lado, se sabe que 12 personas al mes fallecen en accidentes en los que se ven implicados camiones urbanos de pasajeros. Si consideramos que un nuevo sistema implicaría una reducción considerable del número de camiones, y una disminución de la velocidad de circulación de los mismos; fácilmente este número se puede abatir en aproximadamente un 50%.

Es así que el costo anual en vidas humanas del actual sistema de transporte urbano es de entre 122 y 142 personas al año. Si calculamos la disminución de ingresos que la sociedad sufre al perder estas personas, obteniendo el valor presente de sus ingresos esperados durante sus vidas, tenemos que la pérdida anual por contaminación y accidentes alcanza los:

NS 29'500,000

sin tomar en cuenta los gastos adicionales en hospitalización y personas que quedan con alguna minusvalía.

6. Conclusiones

Las ineficiencias en el trazado de las rutas del actual sistema de transporte de pasajeros urbano implica una costo social anual superior a los:

NS 344'000,000

y bajo supuestos más estrictos (suponiendo un ahorro en el tiempo de transportación del 15%) y realizando todas las contabilizaciones (gastos de hospitalización, minusvalías etc.) fácilmente alcanzaría los:

NS 550'000,000

al año.

Este desperdicio social es fácilmente evitable, ya que los rediseños de las rutas incrementan la productividad del capital invertido, y pueden implementarse incluso sin que cambien las composiciones porcentuales y montos de utilidades de los concesionarios del transporte urbano.

Financiamiento de infraestructura de transporte y vialidad

Carlos Chavarría Garza*

La estrategia financiera utilizada para la realización de infraestructura urbana se sustenta en los flujos de efectivo que deberían provenir del propio crecimiento de la actividad económica. La realidad muestra que el valor presente de los flujos netos obtenidos se reduce substancialmente al cargar los costos producidos por el congestionamiento y sobreexplotación de las facilidades urbanas. Se propone substituir los medios tradicionales de financiamiento por la aplicación de cobros de derechos por impacto vial. El razonamiento fundamental parte de la relación entre utilidad y accesibilidad, y entre concurrencia en la explotación y necesidad de inversión en infraestructura. Se presenta en detalle una posibilidad de metodología y reglas aplicables a los Cobros de Derechos por Impacto Vial que se proponen para el Area Metropolitana de Monterrey.

1. Introducción

El presente documento contiene el resultado del análisis de las técnicas de cobro de derechos por impactos (CDIV) producto de la expansión urbana y su aplicación al tema de financiamiento de infraestructura de vías públicas. Una vertiente crítica del problema de aglomeración de las vías públicas en el Area Metropolitana de Monterrey (AMM) es la elevada apreciación que se ha hecho de los medios de transporte individuales, en contraposición con los medios de tipo colectivo o de viaje en común. En segundo término, pero no menos importante, un factor causal del congestionamiento y saturación de la vialidad viene dado por la expansión metropolitana en un patrón de elevada desintegración, donde amplios segmentos de la población viajan largas distancias para ver satisfechas sus demandas de servicios.

Un elemento de la expansión metropolitana, también coadyuvante a la saturación y agotamiento de la capacidad vial es la relocalización de usos de suelo. Espacios urbanos originalmente diseñados para fines habitacionales, se someten a usos distintos de los planeados originalmente, causando presiones sobre la infraestructura vial, del todo insuficiente para la nueva explotación.

* Director Ejecutivo, Consejo Estatal del Transporte.

En su conjunto, el congestionamiento de la red vial, presiona por una tasa cada vez más elevada de inversión en ese sector, ocasionando serios desequilibrios en las finanzas públicas. Tres elementos rodean el escenario de inversión en la movilidad urbana. Existen problemas reales y potenciales que no pueden soslayarse y que convierten a las vías públicas en infraestructura crítica para la calidad de vida y los niveles de competitividad. Segundo, el mantenimiento del activo público es una responsabilidad de las autoridades locales; tanto municipales como estatales, y, en último término, los presupuestos de egresos federales son más estrechos, y por lo tanto los ingresos fiscales disponibles para aplicación a la movilidad exigen una mayor racionalidad en su aplicación.

Existe además una seria preocupación por la forma en que estamos creciendo, y cómo manejaremos ese crecimiento y los efectos que le acompañan, como son: polución, seguridad pública, congestionamiento, etc. Aun y cuando tuvieran éxito las políticas aplicadas a fomentar una descentralización, ya el mercado del AMM es de tal magnitud que continuará atrayendo capital y mano de obra a una tasa no inferior al 4% anual.

La teoría del "acomodo al crecimiento" ha agotado sus posibilidades. Se pensaba que el crecimiento económico por sí solo produciría suficientes ingresos fiscales que permitirían la construcción de la infraestructura pública. Las presiones sobre las tesorerías públicas indican que no ocurrirá así. En este contexto la cuestión central radica en determinar cuál es la mejor manera de financiar las vías públicas en el AMM que muestra un acelerado crecimiento, y en particular, como capturar los beneficios de la acelerada urbanización y reubicación de usos de suelo en orden de aumentar la oferta de la red vial primaria.

Un nuevo modelo de relación Estado-Nación caracterizado por una mayor participación de la sociedad civil en la cosa pública, crea circunstancias políticas y sociales que obligan a canalizar ese mayor involucramiento en la toma de decisiones. Relativo a esto es la noción de que los ciudadanos aceptarán participar en el financiamiento de la obra pública si ven una estrecha relación entre lo que ellos pagan y el beneficio que reciben en la calidad de los bienes y servicios públicos.

El crecimiento acelerado que muestra el AMM enfrenta la necesidad de crear las fuentes de flujos de fondos en las magnitudes requeridas por la propia dinámica citadina. Hasta hoy los nuevos desarrollos urbanos son responsables de la construcción de las vialidades mientras la red primaria y

colectora o de vías principales descansa en los presupuestos de inversión del Gobierno Estatal o Federal.

Las demandas por espacio vial crecen a una tasa superior a la de los propios recursos fiscales que la economía genera, se ha creado un importante déficit en el área vial disponible. El uso de la red vial crece en razón geométrica a la expansión geográfica al aumentar tanto el número de vehículos en operación como las longitudes de viaje, mientras los recursos disponibles crecen linealmente en virtud de las tasas de inversión y de crecimiento económico.

El cobro de derechos es una forma relativamente nueva de financiamiento de la infraestructura urbana y su uso potencial no solo se reduce a las vialidades, sino también a todo tipo de activo urbano de uso común. Más de diez estados de la unión americana hacen uso corriente del cobro de derechos para la obtención de fondos para infraestructura.

2. Modelo económico regional

La conducta de los desplazamientos metropolitanos puede afectar la economía regional en dos sentidos significativos. Primero, el sistema de desplazamientos o transporte, efectuará el movimiento de mercancías y personas dentro del área metropolitana o estado, dependiendo de la aplicación geográfica de los criterios propuestos. Segundo, las características del sistema de transporte pueden afectar las relaciones económicas que le estado tiene con las regiones externas al mismo.

Los impactos primarios del sistema de transporte provienen de la inyección de recursos a la economía regional debido a las inversiones en el sector, y por el nivel de gasto o erogación entre las unidades económicas. Para estudiar los impactos económicos de las políticas públicas en movilidad sobre la economía regional se diseñó un modelo simplificado (diagrama #1) que mostrará gráficamente las relaciones entre gasto e inversión en transporte y su traducción en impactos económicos potenciales. Aunque pueden utilizarse modelos más complicados, el mostrado contiene suficiente detalle para desarrollar los conceptos involucrados en las propuestas de este trabajo.

El modelo intenta representar la economía regional tanto a nivel comunitario como a nivel estatal. El término "local" o "interno" se refiere a cualquier actividad que ocurre dentro de los límites del estado, cualquier actividad que ocurre fuera de estos se consideran "externas".

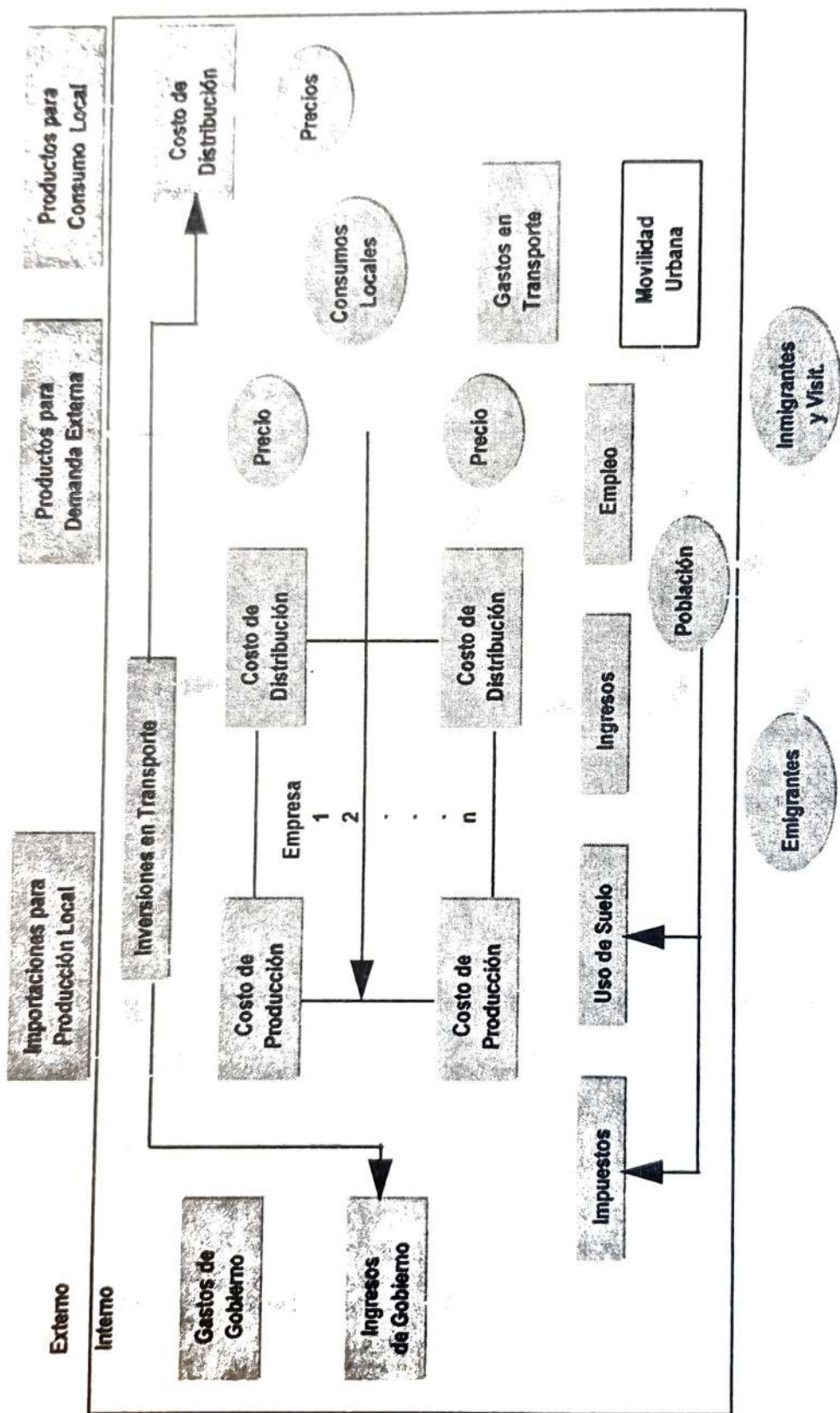


Diagrama # 1
Modelo de Económico Regional

Tres sectores de la economía regional

Las relaciones internas y externas que se ven influenciadas por el transporte se describen dividiendo la economía regional en tres amplios sectores: empresas, hogares o individuos, y gobierno.

Empresas. Representan unidades económicas que producen o extraen productos o servicios para la venta. Sus productos fluyen hacia uno de tres usos finales: consumo doméstico local por individuos o gobierno, uso local intermedio por otras empresas; y, consumo externo a la región por individuos, empresas o gobiernos. Las utilidades de las empresas dependen de: costos de producción, precio, demanda, competencia, y costos de procuración de insumos y de distribución de productos.

El sistema de transporte afecta a los factores causales de la utilidad principalmente a través de su estructura de costos, esto es, reducciones o aumentos en los costos de procuración de insumos o de distribución de los productos. Estos impactos pueden traducirse en menores precios, los cuales a su vez, permiten a las empresas ser más competitivas. Opcionalmente, menores costos pueden también significar mayores márgenes de utilidad, más que precios menores, traduciendo su impacto regional en la salud financiera de las corporaciones. Costos menores podrían resultar también mejores niveles de salarios.

Las empresas también podrían experimentar impactos positivos adicionales por el lado de la demanda. Algunas de ellas, principalmente las dedicadas al turismo o al desarrollo inmobiliario pueden beneficiarse por las mejoras en la accesibilidad de las tierras debido a inversiones en el transporte.

Los impactos derivados de un sistema de transporte sobre las empresas de una región no son todos necesariamente positivos, en primer lugar, las inversiones y/o reducciones en los costos del sistema de movilidad urbana son "simétricos" en términos de su impacto en disminución de costos de abasto y distribución. En segundo lugar, los incrementos en las ventas por costos más bajos, pueden significar menores ventas para otras empresas que no se benefician directamente de las mejoras al sistema de transporte.

Hogares o individuos. Tienen un rol dual en la economía regional. Por un aparte representan el insumo principal en el proceso de producción, formando una porción de los costos de producción de las empresas. Los hogares también juegan un importante papel como principal consumidor de

los productos o servicios ofrecidos dentro de una región. Como consumidores, los individuos están interesados en obtener la más amplia gama de productos y servicios al menor precio posible. Son además los principales usuarios de las tierras urbanas y constituyen el "grueso" de la captación fiscal de los gobiernos locales.

Los impactos del sistema de transporte sobre los hogares o individuos son diversos. Mayores tiempos de viaje reducen la propensión al consumo, una tarifa superior al valor del servicio recibido significa un subsidio neto de los individuos al sistema de transporte.

Gobierno. Los gobiernos municipales y estatales dependen de ingresos provenientes de impuestos a la propiedad y de la aplicación de diversos derechos de uso de la infraestructura urbana para financiar servicios de tipo local. Las participaciones federales a su vez tiene su origen las propias transacciones entre tres actores del modelo económico regional. Los impactos del sistema de transporte en el uso de las tierras aledañas pueden afectar los ingresos de las instancias de gobierno. Algunos ingresos del gobierno dependen directamente de la operación del sistema de transporte, como son los aplicados a las placas, licencias y derechos de uso de estacionamientos en la vía pública, que a su vez son potencialmente utilizables en el mismo sistema de transporte.

Por último, el sistema de transporte, las inversiones, costos, externalidades o impactos que se derivan del primero, causarán fluctuaciones en el nivel de precios cargados por los productores y pagados por los consumidores. En un mercado competitivo, las empresas son capaces de fijar sus precios por debajo de los prevalecientes y con ello capturar segmentos de mercado cada vez mayores. Desde la perspectiva económica neoclásica es lógico asumir que las reducciones en los costos de producción que son producidas por las mejoras en los sistemas de transporte derivarán mayores participaciones de mercado para las empresas cuya accesibilidad se verá también aumentada.

El congestionamiento de la red vial forma externalidades que el sistema de precios no resuelve. La saturación de las vías públicas eleva los costos de acopio y distribución y por ende el nivel de precios, sin embargo el precio de la mano de obra no puede ajustarse ante la sobreoferta de mano de obra. La consecuencia es una disminución del consumo para todos los individuos, que afecta en su conjunto a toda la economía de la región, y no sólo a los agentes económicos que consumen una mayor cantidad de espacio vial o causan una elevada distorsión en la explotación de la vía pública.

3. Crecimiento urbano y congestionamiento

La interacción espacial de diversos usos de suelo urbanos dentro de un modelo de actividad económica cualquiera produce la dinámica cotidiana observada en las ciudades o conglomerados urbanos. Diariamente se realizan un elevado número de transacciones entre individuos y organizaciones que para llevarse a cabo deben concurrir a la vía pública para su cabal ejecución en el tiempo.

Los desplazamientos metropolitanos son un producto intermedio de la propia actividad económica y su conducta en el tiempo agota la capacidad de la red de facilidades que para el efecto se dispone. De esta forma el estado construye y mantiene las facilidades viales comunes y sobre ellas se desenvuelve el movimiento de personas, mercancías, servicios e información, productos todos del proceso de cada agente económico en la sociedad.

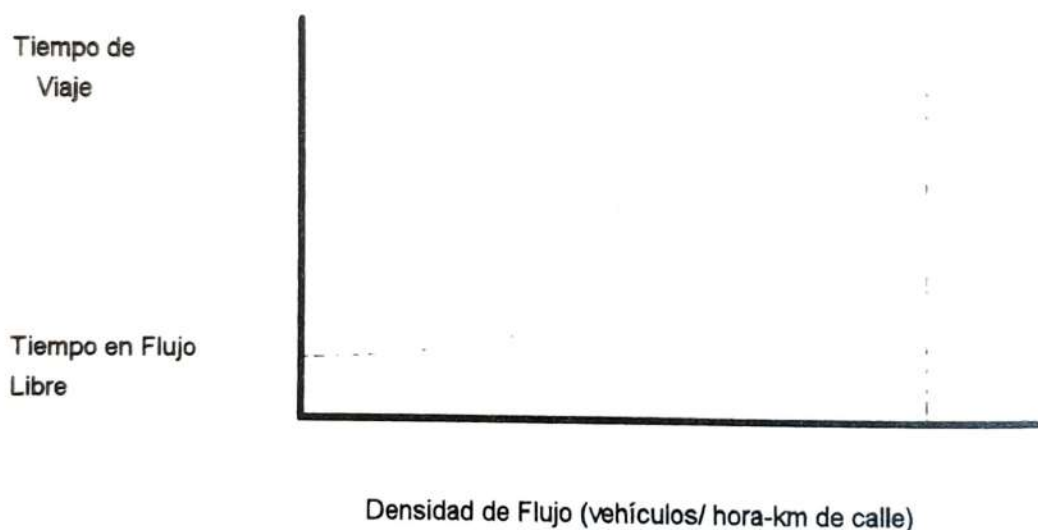
En un esquema de libre mercado donde cada miembro del sistema económico concurre al mercado identificable por cada uno, se utilizan sin restricción o distingo todos los recursos urbanos potencialmente productores de utilidad en virtud de la elección o toma decisiones individual. Siguiendo éste orden de ideas, al aumentar la actividad económica se incrementa también el número y variedad de movimientos urbanos.

Las ciudades modernas nacieron a partir de centros metropolitanos rodeados de "anillos" habitacionales, esta conformación pretendía mantener la cercanía entre productores y consumidores así como trabajadores y patrones, de tal suerte que toda la actividad gira en torno al centro urbano, donde por lo general se asentaban además las entidades gubernamentales y administrativas. A la par, se construyó la red de vías sobre las cuales operaba la ciudad, siendo en su mayor parte arterias de tipo local o angostas y ordenadas en una retícula ortogonal. El crecimiento de la población y por ende la actividad económica provocó la expansión de la mancha urbana siguiendo el mismo patrón espacial ya mencionado. Para la unión de estos grupos de actividad urbana se perfiló la red de calles primarias, distribuidoras y colectoras de los diferentes subgrupos geográficos que se van asentando a lo largo del tiempo.

El alejamiento de las zonas habitacionales, el desarrollo del sector terciario, la relativa "inamovilidad" de los centros fabriles y administrativos, produjo tres efectos inmediatos. Primeramente la relocalización y adaptación de usos de suelo obligada para acercarse a los consumidores, después, el fenómeno

del "despoblamiento" de los centros urbanos, y por último la sobrecarga de las vialidades primarias por viajeros y movimientos de paso para alcanzar distancias cada vez más largas, y por ende una ocupación mayor del espacio-tiempo de la red vial.

Los tiempos de viaje son dependientes de los volúmenes de flujos de viajeros. Dado que las arterias tienen una capacidad finita, al aumentar los flujos vehiculares las velocidades de circulación se hacen menores y por ende las densidades de viajeros por kilómetro hora viales se hacen mayores, lo que produce el aumento de los tiempos de viaje y así se tiene la situación de una red congestionada. En la gráfica #1 se muestra la conducta típica del tiempo de viaje para un segmento cualquiera de la red vía. Al aumentar el volumen de vehículos por kilómetro de vía, los tiempos de circulación en el segmento aumentarán de acuerdo a una función asintótica, integrada a partir de la capacidad de diseño del tramo y de las composición del flujo vehicular.



Grafica #1

Tiempo de Viaje en relacion a la Densidad de Flujo

Un principio adicional aplicable es que todos los viajeros en el segmento bajo análisis recibirán por igual el mismo efecto de demora, que se produce a partir de una densidad de flujo cualquiera.

El concepto de red en equilibrio

Se concibe una red vial como un conjunto de ramas o arcos que corresponden a los segmentos de calles entre dos o más intersecciones o cruceros, a estos últimos se les identifica como "nodos" de la red, la integración de todos los nodos y ramas del área metropolitana forman la red vial básica metropolitana. Por ejemplo, la red que forma el AMM utilizada por el Consejo Estatal del Transporte (CET) contiene 3,500 nodos y 7,500 ramas o arcos.

La red une a todas las zonas que forman la mancha urbana y posibilita los desplazamientos entre cada una de aquellas. Sobre la red se ejecutan un número finito de viajes o trayectos origen destino o "par O-D". A manera de ejemplo, en el AMM ocurren 5.5 millones de viajes-persona-día sobre la red en todo medio, todo motivo, se asume que un viaje es un desplazamiento de una distancia igual o superior a 500 metros. Los viajes parten de zonas de origen o productoras (típicamente representadas por las zonas habitacionales) hacia zonas atractoras (zonas no-habitacionales), los motivos o propósitos de los viajes son diversos, tales como el trabajo, estudio, compras, recreación, regreso a casa, etc.

Los viajes o pares O-D no ocurren por sí mismos, son producto de una necesidad marcada por la propia actividad económica y se ejecutan en diferentes medios, tales como el autobús, taxi, auto individual, a pie, etc., la selección del medio a utilizar depende fundamentalmente de variables tales como el costo, los hábitos por estrato socioeconómico, etc.

De la misma forma que los viajes de personas, ocurren desplazamientos que tienen como objeto a la distribución de mercancías, información o servicios. Cada rama de la actividad económica es simultáneamente productora y atractora de viajes en un patrón característico para cada tipo de actividad. En resumen puede decirse que el patrón de desplazamientos es una exacta representación de la propia actividad económica.

Una expansión, contracción y/o diversificación de la actividad económica conducirá también a modificaciones en el número de transacciones o viajes que ocurrirán en la vía pública. Un cambio en las políticas macro o microeconómicas tendrá también efectos sobre la movilidad metropolitana. Un ejemplo de lo anterior, se tiene en el caso de establecer una diferenciación en los costos de estacionamiento en el AMM que producirá una modificación en la mezcla de viajes realizados en automóvil.

Como es natural, para cada par O-D o viaje existe un conjunto bastante amplio de combinaciones de diferentes caminos o rutas que potencialmente se podrían utilizar para llegar de una zona de origen (O) a una de destino (D). es razonable asumir que cada viajero o conductor tratará de minimizar su costo de viaje para cada par O-D, esto no necesariamente significa que todos los viajeros de una misma zona de origen tomarán la misma ruta. Dado que los tiempos de viaje o velocidades de operación de las diferentes rutas varían en función de la densidad de viajes en un instante en el tiempo, cada conductor por ejemplo, probará diferentes rutas para sus O-D hasta que seleccione la que es percibida o determinada como la de costo mínimo.

Se alcanzará una situación estable en los flujos vehiculares, es decir ya no se modificarán substancialmente y adquirirán el patrón característico, cuando ningún viajero pueda mejorar sus tiempos de viaje cambiando unilateralmente la ruta asignada. Al llegar a éste punto se ha alcanzado el equilibrio de la red en su conjunto.

La existencia de una situación de equilibrio es lo que evita que una red se colapse, sin embargo las condiciones que lo producen sí pueden presentar cambios significativos que se reflejarán en un aumento o disminución de los costos y/o tiempos de viaje. Recientemente en el AMM con el inicio de los trabajos del metro se ha tenido la oportunidad de probar la existencia del equilibrio en las redes de movimiento.

El cierre de las ramas o arcos de la red como Cuauthémoc y Padre Mier por ejemplo, obligó a que las rutas de viaje que ya operaban para los O-D se vieran alteradas, la transición o logro del equilibrio duró aproximadamente 30 días, en ese lapso los viajeros probaron las rutas de viaje sugeridas y diseñaron otras propias hasta llegar a las de costo mínimo para la nueva circunstancia operativa en la red vial metropolitana.

La condición de equilibrio de la red también se ve alterada por otro tipo de variables, como la apertura de una nueva vialidad, semaforizar un crucero, una nueva zona residencial, un nuevo desarrollo no-habitacional o cambios en la actividad económica provocados por relocalización de los usos del suelo. La condición de equilibrio de ninguna manera significa que los costos de viaje disminuyen en términos reales. El equilibrio indica el punto en el cual se alcanza el costo mínimo percibido por todos los viajeros en cada par O-D.

El impacto vial es una medida del efecto en las condiciones de equilibrio por alguna de las causas ya antes mencionadas. La apertura, por ejemplo, de un nuevo centro comercial atraerá nuevos viajes a su punto de

enclavamiento en la red con lo que se incrementarán los flujos de algún grupo de ramas de la misma, como contraparte, probablemente disminuirán los viajes que con motivo de compras se efectuaban a otros centros atractores comerciales. Como los tiempos y costos de viaje varían en función de los flujos vehiculares al cambiar las condiciones de equilibrio también los primeros variarán.

La existencia de una condición de estabilidad o equilibrio permite observar que la movilidad ocurre bajo patrones repetitivos que son pronosticables y modelables para su estudio.

4. Impactos sociales y económicos derivados del congestionamiento

Una consecuencia directa del recrudecimiento de la condición de congestionamiento es la elevación de los costos generalizados de viaje (CGV). El aumento de los CGV se traduce en un incremento neto de los precios de productos y servicios, mientras en los viajes con motivo de empleo constituyen una seria externalidad.

En una economía cerrada o con un alto grado de regulación o intervención resultaba de poca importancia el congestionamiento de la infraestructura pública o sus efectos multiplicadores, pues la intervención en el sistema de precios "disfrazaba" sus efectos dentro de las distorsiones de mercado propias de la misma intervención. Por el contrario en un nuevo contexto económico de mayor apertura quedarán en evidencia las serias vulnerabilidades producidas por crecientes costos de distribución y acopio, produciendo serias desventajas competitivas de las organizaciones que operan en el AMM, contra las externas.

a. **Mayores costos de inversión en infraestructura y vehículos.** Al disminuir la eficiencia en la movilidad urbana se producen dos efectos críticos, la necesidad de invertir en obras viales para compensar los efectos de la disminución relativa de la capacidad vial y la subutilización de los vehículos utilizados para los desplazamientos. En éste último caso se deben consumir mayores horas-vehículo y horas-hombre por unidad de producto distribuido, esto se refleja en aumentos de los costos de manufactura y por ende en aumentos de precios al consumidor. Como resultado la comunidad toda, paga el costo de este impacto derivado del congestionamiento.

En lo que respecta a la tasa de inversión creciente en obras de infraestructura y asumiendo que existieran los fondos fiscales disponibles para el efecto, estos recursos deberán distraerse de objetivos comunitarios de

mayor rentabilidad y eficiencia social final, como sería el caso de la educación o la salud, invirtiéndose por el contrario en un producto intermedio como es la movilidad urbana.

b. **Los costos de operación o funcionamiento de la red vial.** La mayor incidencia de kilogramos-kilómetro-tiempo de ocupación de las facilidades viales provoca el acortamiento de la vida útil del activo urbano, esto obliga a mayores costos de mantenimiento y reposición. Recursos que a su vez se deben distraer de otras áreas de mayor rentabilidad. Los costos de planeación y control de la red de movimientos también se verán substancialmente incrementados.

c. **Los costos por tiempos de viaje en actividades no utilitarias también se incrementan.** Los motivos de viaje como el trabajo, estudio, compras, salud y recreación que no pueden transferir sus costos al precio de un producto comerciable ven disminuida seriamente la productividad. Otro efecto importante es la pérdida del tiempo libre cuyas consecuencias en el equilibrio económico general no se han modelado con profundidad.

d. **Contaminación y gasto energético.** La elevación de la cantidad de horas-vehículo aumenta el consumo de combustible y en consecuencia las emisiones derivadas. El monto del combustible consumido en exceso es medible y objetivo, mientras que los efectos que sobre la salud por la polución son imponderables.

e. **La parte del costo de los accidentes no cubierto por los seguros de responsabilidad.** Las pérdidas de producto regional por invalidez y muerte han sido soslayadas y no se encuentran contenidas por los montos pagados como indemnización por accidentes viales.

f. **La disminución del confort urbano.** La percepción del congestionamiento así como la tensión que va unida a este implican una disminución generalizada de la calidad de vida. La consecuencia más seria de ésta tendencia es la pérdida de atraktividad para la inversiones en diferentes zonas de la ciudad afectando al turismo, comercio, etc. Un efecto asociado al congestionamiento reside en la degradación de la imagen urbana que desincentiva las actividades como el turismo o las recreativas.

g. **Efectos nocivos sobre el valor de las tierras.** El congestionamiento de las vías públicas, y su consecuente elevación en los tiempos de viaje, resta atraktividad a la realización de actividades comerciales en las zonas que muestran una elevada aglomeración.

5. Génesis del congestionamiento y de los impactos viales

a. Se entiende por impacto vial al grado de utilización de la vía pública inducida por los desplazamientos producidos o atraídos por un enclavamiento urbano cualquiera.

b. Los movimientos o viajes son modelables y por ende su conducta es pronosticable, ésta última se encuentra íntimamente asociada al tipo de actividad económica que habrá de tener un punto o desarrollo sobre el espacio urbano. Cada tipo de giro tal como una cafetería, una gasolinera, un hotel, etc., tienen patrones específicos y diversos de generación y atracción de viajes.

c. Las características de los movimientos urbanos son discriminables. Se puede determinar con exactitud cuáles movimientos corresponden a cada elemento urbano en virtud de sus características particulares.

d. El impacto vial como producto de los movimientos urbanos asociados a cada segmento de suelo y el tipo de actividad que en éste se desarrolla, si se modifica o adaptan las características del suelo también cambian los viajes alrededor de aquel.

f. Para devolver a la red vial las características de operación para la cual fue diseñada se hace necesario; en virtud de la dinámica del espacio urbano; invertir en adecuaciones o expansión de la propia red para el manejo de los flujos de viajes crecientes.

f. La red de vías locales que se encuentra en las zonas habitacionales fue pagada por los propios residentes a través del costo de sus terrenos. La construcción y operación de la red vial primaria se encuentra a cargo de alguna de las instancias de gobierno, se diseña sobre bases racionales, esto significa que el desarrollo urbano planeado asume un patrón que minimiza las distancias viajadas al seguir una estrategia de equipamientos integrales alrededor de los centros y subcentros poblacionales.

g. Los inversionistas privados determinan la localización de sus instalaciones de acuerdo con las expectativas de rentabilidad de su capital y no de los impactos viales derivados de sus actividades. Cada nueva unidad económica instalada en cualquier punto de la mancha urbana agrega nuevos flujos de viajeros a la red vial en su conjunto presionando en consecuencia la capacidad instalada.

h. El uso de suelo no-habitacional tiene un fin eminentemente económico, esto significa la expectativa de deducir un rendimiento del capital invertido en los desarrollos urbanos. Para que esta renta se maximice entre otras cosas es necesario mantener la más alta accesibilidad del enclavamiento particular. Cuando se modifica o agrega un centro atractor adicional en una zona cualquiera se ve afectada la accesibilidad de todo el conjunto, el congestionamiento disminuye la rentabilidad de todos los participantes en el mapa urbano.

i. Al ejecutarse las obras viales se mejora la accesibilidad de todo el conjunto urbano en relación inversa a la distancia respecto al punto específico de la red objeto de la inversión vial. Se aumenta la atractividad para nuevas inversiones que a su vez atraen mayores flujos vehiculares y así sucesivamente hasta producir nuevos congestionamientos.

j. El ciclo del congestionamiento termina cuando el costo para acceder a ciertas zonas es de tal suerte elevado que se desincentiva la actividad económica y se van abandonando a cambio de otras con un mayor grado de accesibilidad, la degradación es paulatina y es caracterizada por un ajuste gradual de los volúmenes de actividad y márgenes de ganancia, y por la transferencia no diferenciada hacia toda la comunidad de los costos por impacto vial.

Distribución de los impactos viales

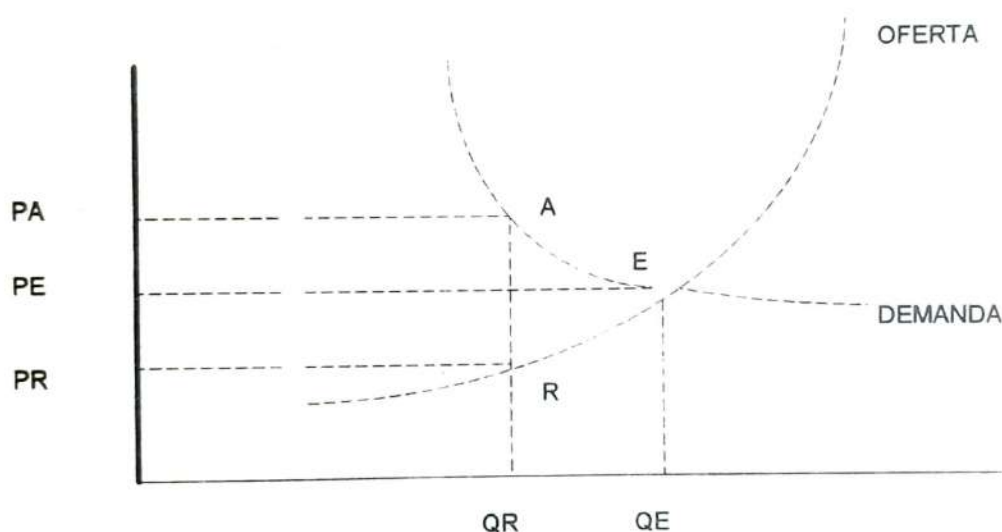
Al analizar las causas y comportamiento del congestionamiento vehicular surge el cuestionamiento alrededor de la posibilidad de evitar por diseño la saturación de la red vial, la respuesta es afirmativa. Reducir la tasa de viajes por habitante y la longitud promedio de los mismos produciría una menor utilización de la vialidad, para lograrlo debería:

- a. Integrar el sector terciario a los desarrollos habitacionales.
- b. Acercar racionalmente las zonas de empleo a los centros urbanos.
- c. Utilizar medios de transporte de alta productividad vial.

El ampliar el período de operación de la vialidad por debajo del punto de saturación aseguraría una mayor vida útil de la infraestructura reduciendo los costos transferidos a la comunidad por impactos de congestionamiento y por consecuencia la cantidad de recursos de inversión en este sector.

En una economía de libre mercado cada uno de los agentes económicos decide donde resulta más rentable localizar sus inversiones, en su análisis

no hay sensibilidad al efecto acumulado que causa o recibe debido al impacto vial al y del conjunto urbano, de tal forma que por diversas maneras se transfieren o procuran traspasar los costos por este concepto. Tómese por ejemplo un establecimiento comercial que carece de áreas de estacionamiento para sus clientes, estos tendrán que utilizar la vía pública con lo cual se reducirá la capacidad y velocidad de operación vial del sector, en consecuencia aumentará el tiempo y el costo de viaje. Para compensar esta parte del impacto vial (disposición de áreas de estacionamiento) el establecimiento debería construir a su cargo áreas de estacionamiento fuera de la vía pública para de esta forma internalizar el costo que de otra manera paga la comunidad. En la gráfica #2 se muestra el efecto del impacto vial sobre la condición de equilibrio en el mercado.



Gráfica #2

Efecto del Congestionamiento en el equilibrio económico

El mercado se encuentra en el equilibrio representado por el punto E, en el cual se obtiene un precio PE y un volumen QE. El congestionamiento representa una elevación del precio de PE a PA, pero a este nuevo precio el consumidor solo estará dispuesto a adquirir QR unidades. A ese nivel de volumen el productor solo logrará el precio PR. El rectángulo PA-A-B-PR representa las pérdidas de renta para el mercado, tanto consumidores como productores. La curva de oferta se desplazará del punto E al punto A produciendo una real contracción. En el área metropolitana de Monterrey

existen muchos casos donde claramente se identifica los impactos viales y sus mecanismos de distribución.

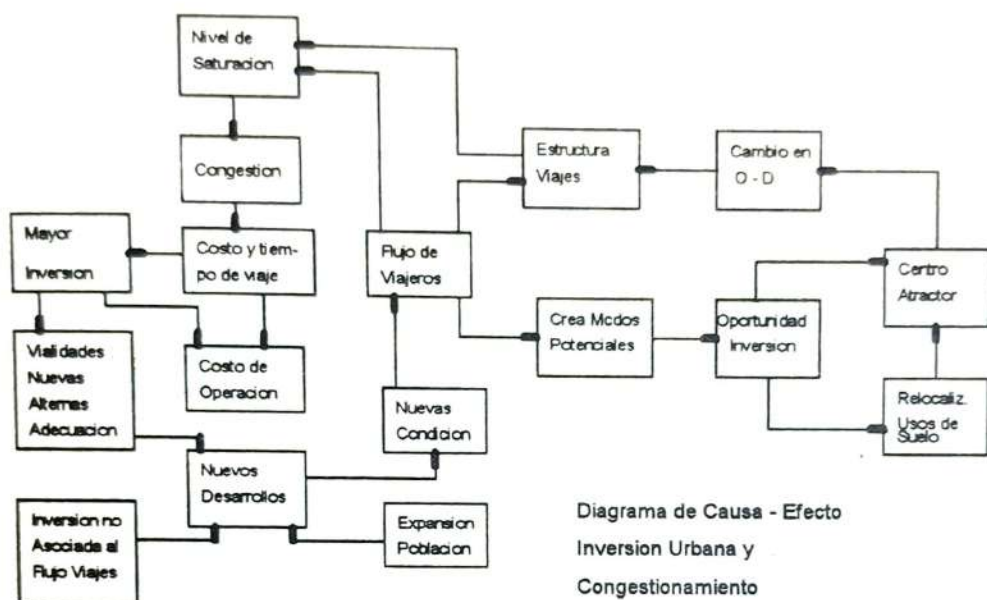
Modelo de causa-efecto alrededor del congestionamiento

El congestionamiento en la movilidad es un subproducto de la propia actividad económica y como tal existen relaciones causales que resulta importante analizar.

El flujo de viajeros crea mercados potencialmente explotables. El tránsito de personas sobre un corredor presenta a un grupo de consumidores capturables dentro del ciclo económico y es un elemento de localización crítico para el sector servicios y en algunos casos hasta para el sector manufacturero. Encontrarse cerca físicamente del consumidor representa una ventaja competitiva.

Las características particulares de los consumidores potenciales en cuanto a nivel socioeconómico o cultural, educación y preferencias, son algunos de los atributos que permitirán al inversionista especificar un área de oportunidad o "nicho de mercado" que resulte particularmente atractivo para la comercialización de algún producto o servicio. La conclusión final del proceso de planeación de inversión será el establecimiento de un vehículo físico que permita la explotación del mercado detectado, éste desembocará en la instalación de un centro atractor de consumidores ya sea en (1) una ubicación antes inerte, o (2) en una modificación o adaptación de los usos del suelo. La puesta en operación inicia un elemento más de la cadena económica, pero también producirá un cambio en la estructura de los orígenes y destinos del área metropolitana, cuanto mayor sea la atraktividad del establecimiento mayor será la alteración en la estructura de viajes

Un ejemplo de cambios en la organización y distribución de los viajes por la presencia de un nuevo enclavamiento atractor. Supóngase, como ya ha ocurrido en el pasado, que se construye un gran centro comercial fuera del primer cuadro de negocios, y que además se encuentra más cerca de alguna zona habitacional. Bajo este caso, algún número de consumidores que antes hacían viajes de compras al centro metropolitano ahora los sustituirán por el centro comercial alternativo, esto habrá de producir dos efectos: (1) una reducción de viajes sobre algunos corredores hacia el primer cuadro, y, (2) un aumento de viajes sobre los elementos de la red que conducen al nuevo centro comercial, como consecuencia las relaciones de orígenes y destinos en este caso se verán modificadas.



Como conclusión el número de viajeros que usaban previamente la red, cambiarán sus rutas y se alterarán los niveles de operación de los ramas o arcos de la red, es decir habrá un cambio en la saturación de los corredores urbanos.

La consecuencia en los valores de flujo operando en la red vial es que las relaciones de volumen contra capacidad se verán alteradas. Algunas arterias aumentarán su congestionamiento y quizás otras disminuyan, regularmente la facilidad adicional por la cercanía de un destino aumenta la propensión a consumir y así se produce un aumento neto del volumen de viajes en la red.

El aumento en el congestionamiento de algún corredor de la red necesariamente incrementa los tiempos y costos de viaje en la red, en adición, como los viajeros de algún corredor no tienen regularmente destinos comunes o iguales, el aumento en los costos de viaje no es discriminado sólo a los clientes del nuevo emplazamiento sino a todos los usuarios de la red.

El estado no puede permanecer indiferente ante el aumento del congestionamiento ya que también recibe un impacto directo por la elevación del congestionamiento, al aumentar el flujo de viajeros y el índice de ocupación por hora del corredor, los costos de operar las vialidades se

ven incrementados, mayores vehículos-kilómetro implican por ejemplo más erogaciones por mantenimiento, adicionalmente la vida útil del corredor se verá reducida. El efecto inmediato será la necesidad de **mayores inversiones** en los corredores urbanos.

Como ya se mencionó la elevación del congestionamiento y de los costos asociados a este presionan por mayores inversiones en vialidad, éstas tendrán como propósito ideal el mantener las características de operación ante una demanda creciente y tendrán la forma de (1) **adecuaciones viales**, o (2) **vialidades alternas**, en cualquier caso al disminuir el congestionamiento debido a las inversiones en vialidad se aumenta la accesibilidad de las zonas aledañas con lo que se atrae a nuevos viajeros en virtud de las condiciones mejoradas de operación y se encuentran nuevas condiciones de congestionamiento.

La recurrencia del ciclo de congestionamiento-inversión-congestionamiento unido a la imposibilidad física de expandir aun más las arterias existentes lleva al estado a la construcción de nuevas vialidades que mejoren la distribución espacial de los movimientos metropolitanos. Se mejora la accesibilidad de otras zonas que a su vez generan **nuevos asentamientos** donde por otro lado se radica el **crecimiento poblacional**, con la mejora de la accesibilidad también se incentiva entre otros a la **inversión no asociada al flujo de viajeros** como es el caso del sector secundario.

Los nuevos asentamientos e inversiones cambian de nueva cuenta las condiciones de equilibrio de la red de viajes manteniendo la dinámica de flujos en la red y repitiéndose el ciclo discutido.

Las inversiones en infraestructura vial mejoran la accesibilidad de los diferentes espacios urbanos y en consecuencia apoyan la actividad económica y la obtención de mayor rentabilidad y beneficios. Estos beneficios son capturados por diferentes usuarios del sistema urbano:

- a. Los propietarios de automóviles ven mejorados sus tiempos de viaje.
- b. Los dueños de terrenos aledaños a la ubicación física de las obras ven mejorada la accesibilidad de sus propiedades y por lo tanto mejora la capacidad de generación de utilidades de las mismas.
- c. Los negocios o centros atractores obtienen un espacio con mayores facilidades de acceso que aumenta la atraktividad de sus operaciones a un mercado potencialmente mayor.

- d. Los no-usuarios de automóvil también ven mejorados sus tiempos de viaje.
- e. La población en general obtiene una ciudad con menores tasas de contaminación y más eficiente.

7. Cobro de Derechos por Impacto Vial

En los apartados anteriores se ha planteado que existe una relación directa entre las distintas actividades económicas y la explotación de las vías públicas. Surge el congestionamiento cuando se produce un desequilibrio entre la demanda de espacio para servicios de transporte y la oferta o capacidad vial instalada. Recuperar o mantener el nivel de servicio obliga a la realización de inversiones por cualquiera de las instancias de la administración pública. La política financiera aplicada para la infraestructura de vías se sustentaba en que los beneficios de la expansión económica tarde o temprano se convertían en mayores ingresos fiscales que configuraban la fuente básica de recursos para la realización de las obras.

La realidad metropolitana demuestra que el efecto multiplicador del crecimiento sobre la demanda de espacio es superior a los beneficios capturados a través de ingresos fiscales, lo que ha creado un rezago o desfazamiento entre el nivel de congestionamiento y la consiguiente necesidad de inversiones, y los ingresos actuales. La diferencia entre demanda de capital para obras públicas y los recursos disponibles solo puede cerrarse al asociar a los ingresos con el consumo de espacio urbano de cada enclavamiento a valor presente.

Definición

Los cobros de derechos por impacto vial (CDIV) son cargos programados y aplicados a nuevos desarrollos, a la relocalización de usos de suelo, y a la explotación de las vías por los usuarios directos de las mismas con el propósito de generar flujos de fondos suficientes para la construcción o expansión de la red de facilidades viales localizadas fuera de los límites de los desarrollos (no-locales) y que benefician a los propios agentes económicos que contribuye con el pago. Los CDIV pueden ser utilizados para la operación, mantenimiento, reparación, modificación o reemplazo de las vialidades.

Los CDIV significan cargos monetarios aplicados por los gobiernos locales sobre los nuevos desarrollos para recuperar o aislar la parte proporcional de costos de capital públicos requeridos para acomodar los desarrollos dentro de la red de facilidades urbanas.

Racionalidad para el CDIV

Los CDIV se aplican como una condición para la aprobación o autorización de la construcción de un desarrollo.

El objetivo de un CDIV no es coleccionar dinero, más que eso el propósito es asegurar facilidades viales adecuadas. La adecuación de facilidades viales o en general activos urbanos en forma de infraestructura es crítica para el sistema integral de regulación del desarrollo del suelo urbano. Donde la infraestructura urbana no es adecuada, el permitir el desarrollo es contrario a la responsabilidad de la administración pública para proteger el bienestar de la comunidad. En consecuencia, el requerir que los desarrollos procedan sólo cuando se garantice la infraestructura urbana adecuada es un acto que protege al público de los efectos indeseables que ocurrirían dada la ausencia de esa infraestructura.

Hasta los 60's y los 70's era una creencia general que el crecimiento y los nuevos desarrollos eran esencialmente buenos, porque se incrementaba la base fiscal que podría ser usada para construir mejores facilidades urbanas y que la comunidad como un todo alcanzaría un mayor bienestar. El crecimiento significaba mejora a los servicios a un menor costo promedio para los contribuyentes, sin embargo las comunidades con tasas elevadas de crecimiento como el área metropolitana de Monterrey (AMM) han descubierto que con la expansión urbana sin la conformación simultánea de la infraestructura se produce una importante cuota de congestionamiento de la red de facilidades existentes disminuyendo substancialmente la calidad de vida y el producto regional. Surge una nueva ética de la regulación de los usos de suelo que llama a que los nuevos desarrollos deben internalizar todos los costos que imponen a los residentes actuales.

Los CDIV no son un impuesto adicional. Tradicionalmente los nuevos desarrollos descansaban en la infraestructura que se fue construyendo por generaciones y se asumía que a medida que la población crecía los costos del desarrollo descansaban sobre una base mayor de contribuyentes. Los impuestos a la tierra no pueden diferenciar razonablemente entre dos individuos distintos y su aplicabilidad es sobre una base regular y periódica en el tiempo para todos los residentes. Los CDIV se aplican por los costos

particulares que un nuevo desarrollo habrá de transferir a la comunidad debido a su enclavamiento particular.

Cobro de derechos y finanzas públicas

La selección del método de financiamiento de la infraestructura urbana local afecta el patrón del desarrollo urbano. Un ejemplo, la densidad de habitantes por hectárea y la distancia a los centros atractores de viajes tiene una fuerte influencia en los costos de capital de las facilidades viales y su operación, si los verdaderos costos de esta infraestructura son subsidiados y los agentes económicos no pagan la parte que les corresponde se provocará un desarrollo urbano ineficiente.

Los costos antes mencionados pueden ser divididos en tres componentes básicos :

- a. Los costos de capital o inversión para producir el servicio. Son sujetos a economías de escala, a una menor distancia y una mayor densidad de usos entonces los costos promedios disminuyen.
- b. Los costos de posibilitar el servicio de la infraestructura. Las modificaciones que deben hacerse en la red vial del AMM debido a la construcción del túnel de la Loma Larga es una ejemplo de este tipo de inversiones.
- c. Los costos de corto plazo. La operación y mantenimiento de la red vial o de transporte.

Ocurre un mecanismo de precios promedio cuando por política se carga igualmente a todos los usuarios por el mismo servicio independientemente de los costos implicados en servir a cada uno en lo particular. Un ejemplo de lo anterior se tiene en que para viajar al centro de la metrópoli a todos los pasajeros del sistema de transporte se les cobra lo mismo cuando obviamente las distancias viajadas son diferentes, o cuando se debe alargar la red vial primaria para servir a un asentamiento urbano lejano lo que implica que los costos de mantenimiento y operación serán mayores al aumentar las distancias y tiempos de ocupación para esos desarrollos. Como resultado de un mecanismo de precios promedios resulta que un grupo de usuarios o desarrollos van a subsidiar a otro grupo, esto es provocado porque un desarrollo no internaliza los costos marginales o adicionales derivados de obtener el servicio.

La subestimación en el precio de los servicios públicos como el de la vialidad provoca congestionamiento y la sobreexplotación de la capacidad de la red de movilidad, la solución económica implica elevar los cargos por la inversión y uso para restringir la demanda y obtener una explotación más racional.

Si se desea un crecimiento urbano ordenado deben reconocerse los costos marginales tanto para los nuevos desarrollos como para los usuarios existentes. Los CDIV son utilizados para la construcción de nuevas facilidades, para provocar un uso más eficiente la aplicación de cargos por medición de costos marginales modificará la conducta de los usuarios. Los CDIV son cargos de una sola vez para invertir y tienen su base en el beneficio directo o indirecto que recibirá el desarrollador, los cargos a los usuarios son aplicados cuando ocurre la explotación. Los cargos por explotación permiten al usuario medir su beneficio marginal en relación al costo derivado del uso.

Características del financiamiento de facilidades específicas y la factibilidad de hacerlo a través de CDIV

El CDIV en primer lugar recupera efectivo para la inversión en infraestructura y en segundo lugar transmite disciplina a los agentes económicos. Las ventajas del financiamiento de infraestructura vía CDI deben ser comprendidas dentro de la naturaleza de las propias facilidades involucradas. en términos de: costos marginales, economías de escala, externalidades, elasticidad de la demanda, y la eficiencia administrativa.

a. **Costos marginales.** La demanda por infraestructura urbana crece a lo largo del tiempo a medida que la población se incrementa y/o cambian las preferencias de la comunidad. Cuando poco a poco se van incrementando las inversiones en capital urbano, como resultado aunque todas las inversiones se efectuaran de una forma estrictamente programada siempre se presentará el fenómeno de exceso o deficiencia en la capacidad de una facilidad urbana en cualquier punto en el tiempo.

b. **Economías de escala y áreas de servicio.** Muchas facilidades urbanas tienen áreas de servicio eficientes, esto es que operan a los costos menores y sirven a un área geográfica particular. Si una facilidad, como es el caso de las obras viales; es construida para servir a más gente que la se encontrara en el área de servicio específica, la nueva obra no es eficiente desde el enfoque de costos. Tradicionalmente las obras viales se han desarrollado en el AMM para servir a segmentos o áreas específicas, como

es el caso del nuevo paso sobre la calle Pedro Martínez o la Ave. Paseo de los Leones, al irse sumando más usuarios que no se desenvuelven en le área de servicio aumenta el congestionamiento y esas obras deben ser reemplazadas.

c. **Externalidades y áreas de servicio.** El problema con la mayoría de las obras viales es que la gente fuera de las áreas de servicio puede hacer uso de ellas, este es el problema típico del " free rider ", en el caso de la vialidad y el desarrollo urbano deriva de un precio muy bajo por el uso de la red. Debe observarse que en el caso del CDIV los nuevos desarrollos serán cargados con la parte del costo de capital que esta relacionado con el beneficio conferido y con el nivel de demanda de las facilidades inducida por el propio beneficiario, mientras que simultáneamente se aplican los cargos adecuados al resto de los usuarios que no se encuentran dentro del área de servicio de la nueva inversión.

d. **Elasticidad de la demanda debido a precios.** Una de las funciones, mas no la única de los CDIV es forzar a los nuevos desarrollos a usar las facilidades urbanas de una manera más eficiente. Donde la elasticidad de la demanda debido al precio es elevada resulta más simple un cobro por uso medido en lugar de un CDIV. Idealmente cuando se da una elasticidad cero, las nuevas inversiones pueden ser financiadas enteramente por CDIV.

Aunque no hay muchos estudios de elasticidad de demanda por servicios públicos, se estima que los coeficientes de elasticidad son menores a 1.0 (Fisher,1988), lo cual implica que todas las inversiones en infraestructura urbana son candidatos a financiarse por medio de CDIV.

e. **Consideraciones de equidad.** Los CDIV tienen la propiedad de ser relativamente equitativos horizontalmente, esto es, todos los desarrollos del mismo tamaño y clase son evaluados de la misma manera.

Sin embargo los CDIV pueden violar principios de equidad vertical dado que desarrollos de menor valor pagarían proporcionalmente más que aquellos de más alto valor aunque se reconoce que tienen el mismo impacto comunitario. Este efecto será discutido más adelante.

Mecanismos para reducir los impactos derivados del CDIV

Una preocupación que surge de la aplicación del CDIV es que no es deseable que los desarrollos pasen los CDIV a los compradores o

arrendadores de las casas-habitación o los ocupantes de los locales no habitacionales, al contrario, es deseable que los CDIV sean absorbidos a través de reducción en los niveles de utilidad (Duncan 1986, Sandler 1986). La organización del mercado en Monterrey producirá que se transfieran los CDIV hacia adelante, de los casos e investigaciones reportadas queda claro que los consumidores finales -compradores de casas, arrendadores, etc.- pagarán la mayor parte de los CDIV a lo largo del tiempo, sin embargo, al llevar al sistema de precios el efecto de una externalidad, ésta se verá eliminada por el propio mercado.

La figura #1 ilustra que la incidencia de los CDIV será similar a la de otros tipos de cargos. Asumiendo que la industria del desarrollo urbano (habitacional y no-habitacional) se encuentra en equilibrio antes de la aplicación del CDIV, cuando el derecho se aplica la cantidad producida disminuye tanto como aumenta el precio pagado por el comprador aunque también el precio que el desarrollador paga también cae. En consecuencia tanto el comprador como el desarrollador deberán compartir el CDIV o como un precio final mayor o en disminuciones de la calidad. La forma en que se intercambiará el CDIV entre compradores y productores dependerá de las características de la oferta y demanda (elasticidades) del mercado.

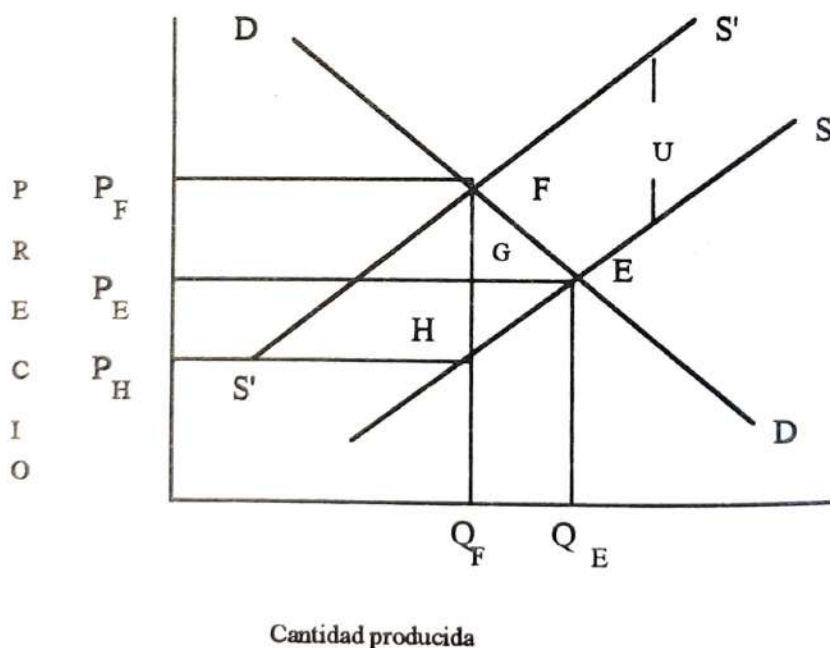


Figura #1

Como se distribuye un CDIV entre productores y compradores

La incidencia de los CDIV será similar a la de otra clases de impuestos (Musgrave, 1989). Se asume que la industria del desarrollo urbano es competitiva antes de la aplicación del CDIV, la demanda de la comunidad (DD) y la oferta (SS) se encuentran en equilibrio. Q_E es la cantidad producida antes del CDIV y P_E es el precio antes del CDIV. Con la imposición del CDIV mostrado en la gráfica por U, la oferta cambia a $S'S'$ y la producción es reducida a Q_F . El precio pagado por los compradores se eleva a P_F pero el precio recibido por los productores se reduce a P_H . La comunidad recibe el CDIV mostrado en el rectángulo $P_F P_H H$. La parte pagada por los vendedores es $P_E G P_H H$ y la parte pagada por los compradores tanto en mayor precio como en baja calidad será $P_F P_E G$.

Para el caso particular del AMM donde existe un solo mercado para desarrollos de alto valor (San Pedro) se puede esperar poca sensibilidad a la aplicación del CDIV, para el caso de submercados de nivel medio y bajo donde existen más opciones de sustitución si se presentará alta sensibilidad a CDIV, por lo que los desarrolladores si podrán reorientar sus mercados debido a la alta movilidad que tiene el capital aplicado en nuevos desarrollos.

Medidas para reducir los efectos derivados de los CDIV

Un reporte elaborado por Weitz en 1984 muestra que hay al menos ocho tácticas que las autoridades pueden aplicar para reducir los efectos negativos de los CDIV:

- a. Asegurarse que los planes directores contemplen las necesidades de infraestructura de largo plazo y cuidar que el mercado de tierras no desarrolladas apliquen la infraestructura requerida de acuerdo a las previsiones de desarrollo elaboradas para el conjunto urbano.
- b. Informar adecuadamente a los agentes económicos que el gobierno está considerando la aplicación de CDIV. Esto les permitirá una posición de negociación más fuerte frente a las compras de tierras inertes.
- c. Diseñar los CDIV de acuerdo a los efectos que tienen desarrollos específicos en la comunidad.
- d. Debe crearse un mercado de tierra competitivo.
- e. Asegurar usos de suelo consistentes. Si se percibe que la intensidad de usos de suelo puede ser fácilmente modificada los desarrolladores se

verán impedidos a pagar más por las tierras que tengan esa facilidad, lo anterior creará un mercado para comerciar con los usos de suelo.

f. Los impuestos prediales a las tierras aún sin uso deben ser elevados a su valor real total, de tal forma que se reconozca e internalicen los costos de desarrollos futuros.

g. El CDIV debe ser aplicado al precio de la propiedad total como se proyecta ocurrirá con los usos de suelo prevalecientes o autorizados.

h. Debe hacerse una planeación de largo plazo para el cálculo de la infraestructura requerida y el diseño de los CDIV.

8. Metodología y reglas aplicables al cálculo de CDIV

Definiciones iniciales

a. Desarrollador es una persona física o moral que aplica una solicitud de autorización para construir una unidad urbana.

b. Autorización de construcción significa un documento oficial o certificación la cual se expide por las autoridades de desarrollo urbano estatales o municipales y las cuales autorizan la construcción, alteración, adición, conversión, remodelación, rehabilitación, demolición, traslado, o reparación de una unidad urbana o estructura.

c. Unidad urbana es toda edificación o estructura destinada a ser utilizada por el ser humano con fines habitacionales o no-habitacionales. Se entiende por fin no-habitacional aquel que no desemboca en el uso estricto del hombre para vivienda.

d. Viaje es todo desplazamiento de personas o cosas que tiene una longitud superior a 500 metros y que no se realiza a pie.

e. Una inversión en facilidades de movilidad o adiciones al capital en infraestructura incluye planeación de transporte, ingeniería preliminar o conceptual, estudios de ingeniería de detalle, adquisición de derechos de vía o de paso, elaboración y tramitación de proyectos constructivos de todos los elementos necesarios para la construcción de un camino o sistema de movilidad que incluyen, mas no se limitan a :

- Construcción o adición de carriles para paso de frente.
 - Construcción para canalización de vueltas.
 - Construcción de nuevos puentes o complejos en cruces,
 - Construcción de las redes de drenaje o agua en conjunción de la nueva arteria a construir,
 - Compra e instalación de nueva señalización de tráfico,
 - Construcción de banquetas, barreras protectoras, puentes peatonales, y,
 - Relocalización de infraestructura y la realización de obras inducidas debido a la construcción de una nueva vía.
- f. Expansión de la capacidad de un camino o segmento de red de facilidades de movilidad se aplica a todas las ampliaciones de capacidad de calles e intersecciones que incluye pero no se limita a: aumentos en la sección, mejoras en intersecciones, actualizar la señalización, y ampliación de puentes.
- g. Se entiende por uso de suelo generador de tráfico a todo cambio en la utilización del suelo urbano o construcción de edificios o estructuras que atrae o produce viajes.
- h. Nivel de servicio se entiende como el valor del desempeño actual de una arteria, se interpreta en el sentido de la cantidad de vehículos que circulan en un segmento de arteria en relación a la capacidad de diseño en condiciones ideales, se expresa con letras de la A a la F.

Fórmula para el cálculo de CDIV

El cálculo del CDIV es una función de la magnitud de los viajes producidos por o atraídos a una nueva unidad urbana a desarrollar. El CDIV representa una proporción equitativa de la proporción de la construcción de la red vial en su conjunto y de los costos de los derechos de paso para su construcción o implantación. La fórmula sugerida se presenta a continuación :

Proceso de cálculo simplificado del CDIV

Nuevos viajes atribuibles en vehículos-kilómetro por día =

$$[(\text{viajes totales} \times \text{longitud media de los viajes})] \times \% \text{ de viajes nuevos o adicionales}$$

Viajes en hora pico = viajes atribuibles diarios $\times$ factor de hora pico (=0.13)

Nuevos carriles-kilómetro= viajes en hora pico/capacidad por carril-kilómetro en vehículos por hora.

Costo de construcción=

Nuevos carriles-kilómetro*costo de construcción de un carril-kilómetro

Costo del derecho de paso=

Nuevos carriles-kilómetro*costo de derecho de paso por carril-kilómetro.

Costo total=Costo de construcción+costo del derecho de paso.

Los viajes producidos por o atraídos a se calculan en función del área bruta de construcción entendiéndose por área bruta al total de metros cuadrados construidos incluyendo pasillos, escaleras, sotanos, etc. La relación de viajes por metro cuadrado se calcula sobre la base de la experiencia observada en el AMM y validado por los estudios de movilidad del Consejo Estatal del Transporte. La razón de viajes depende y varía con cada tipo de uso de suelo y con el nivel socioeconómico del enclavamiento urbano de que se trate.

La distancia promedio de cada viaje se obtendrá de las encuestas domiciliarias que el CET ejecuta bianualmente y se validan con el uso del Teorema de Riley para usos no-habitacionales .

Los costos de construcción de carril-kilómetro son proporcionados por la propia autoridad estatal y actualizados por la Cámara de la Industria de la Construcción.

Los desarrolladores podrán contratar estudios independientes para la determinación de los elementos de la fórmula, dichos estudios se basarán en la siguiente metodología.

- a. Estudios de generación o atracción de viajes. Los estudios del CET se basan en las metodología generalmente aceptadas en el campo de ingeniería de tránsito, sin embargo los desarrolladores podrán y se les permitirá realizar sondeos independientes de generación de viajes para confirmar o contradecir las razones de viajes identificadas por el CET de acuerdo con los siguientes pasos.
 - a1. Se deberán seleccionar un mínimo de tres lugares del mismo tipo de uso de suelo del que es objeto de CDIV. Los lugares deberá ser posible aislar su movilidad identificando con claridad los movimientos que ocurren en su área. Los lugares se seleccionarán en

la misma zona socioeconómica del tipo de suelo bajo estudio. Los lugares propuestos deberán ser revisados por la autoridad que calcula el CDIV para el posterior inicio de los sondeos.

- a2. Se efectuarán conteos de vehículos y personas en dos sentidos (llegada y salida) por 24 horas en tres días consecutivos de tipo hábil y normal. No se deberá considerar como válido el conteo que ocurrió durante un evento extraordinario como día de lluvia, o festivo, o cualquier evento que de acuerdo con el sentido común pudiera afectar la atraktividad o movilidad de la zona en cuestión.
- a3. Con los planos aprobados del proyecto se calcularán las razones de viajes por metro cuadrado que serán aplicadas.
- a4. Todos los conteos deberán ser efectuados por compañías o expertos acreditados ante la autoridad estatal como ingenieros de tránsito.
- b. Estudios de longitud de viajes. Para determinar la longitud media de los viajes deberá efectuarse un estudio de orígenes y destinos detallado en la zona en cuestión. Sobre las mismas bases de lugares y procedimiento de aprobación de estos.
 - b1. Las entrevistas deberán identificar claramente el origen y destino, y el propósito primario del viaje.
 - b2. Todos los cálculos y supuestos incluyendo la documentación de los tamaños de muestra y niveles de confianza deberán ser documentados y anexados a las conclusiones.
 - b3. Para identificar la razón de nuevos viajes deberán incluirse preguntas alrededor del motivo de los viajes que tienen que ver con el lugar bajo estudio y cuestionar donde se hacia antes ese mismo viaje.
- 9. **Estrategia propuesta de financiamiento de inversiones en vías públicas**

Para la puesta en práctica de una estrategia de financiamiento sustentada en la eliminación de externalidades, como la que aquí se ha presentado se requieren dos elementos fundamentales: a). visión metropolitana, y, b) percepción de beneficios.

Visión metropolitana. La red vial primaria opera sobre todo el conjunto del área conurbada en total independencia de la división política. Reconociendo que la cada Municipio tiene un diferente poder de generación de recursos en virtud del perfil socioeconómico y de su dinámica de crecimiento, resulta imposible que el desarrollo y calidad de las vías públicas sea uniforme, oportuno y homogéneo en todo el espectro metropolitano.

Percepción de los beneficios. Todos los agentes económicos estarán dispuestos a participar si los mecanismos de financiamiento y la realización de las obras se traducen en beneficios fácilmente percibidos y apreciados.

Para conseguir los propósitos anteriores se proponen las siguientes medidas para la implantación.

- a. Creación de un fondo para la infraestructura de vías públicas y transporte (FOVITRA). El consejo de administración de FOVITRA estaría formado por El Gobierno del Estado, los Alcaldes del AMM, los organismos intermedios afines, los Colegios de Profesionales del campo, la banca regional y la de fomento. Las funciones de FOVITRA serían:
 - La concentración de recursos provenientes del CDIV en todas sus modalidades.
 - Selección de proyectos a realizar mediante un estricto análisis de costos y beneficios.
 - Control de los proyectos de inversión. Supervisión de calidad.
 - Actualización del Plan Metropolitano de Vías Públicas.
 - Desarrollo de ingeniería financiera.
 - Localización de recursos de inversión.
- b. Revalorización de los costos reales de la movilidad. Los diferentes cargos que actualmente se aplican tanto a los vehículos, como son: placas, licencias, pagos por estacionamiento, infracciones, etc. Deben recalcularse pues de ellos dependerá en buena parte el flujo de fondos para FOVITRA.
- c. Etiquetado de recursos. Todos los cargos aplicados a la movilidad, como el CDIV, deberán ser etiquetados para su entrega a FOVITRA.
- d. Actualización del marco legislativo orientado a la aplicación de cargos a la movilidad.

- e. El mantenimiento de las vías públicas se considera una fracción de los costos de inversión, y se encontrará a cargo de los propios Municipios.
- f. Difundir la metodología para el cálculo de los impactos viales. Desarrollar el talento humano en el campo con el soporte de las universidades locales.

Trabajos subsecuentes

- a. Elaboración del plan maestro de infraestructura vial. El primer elemento que le da racionalidad al cobro de derechos por impacto vial es precisamente que los fondos se aplican a obras de infraestructura hacia las cuales se asocia cada cobro hecho a los nuevos desarrollos. El segundo aspecto reside en que el desarrollador percibe un beneficio real al ejecutar las obras que ocasionan las nuevas unidades urbanas.
- b. Modificación del articulado legal para reconocer a los CDIV y las metodologías adoptadas.
- c. Creación del mecanismo de financiamiento de los CDIV. Para darle continuidad a los planes de vialidad lo más lógico sería crear los instrumentos de deuda pública negociable que serían redimidos con los CDIV futuros.
- d. Análisis de costos políticos. La aplicación de CDIV se han enfrentado en otros países con severas discusiones con desarrolladores.
- e. Políticas de uso de la infraestructura vial. Para que el CDIV resulte exitoso en transmitir una nueva disciplina (costos marginales) hacia la explotación de las facilidades viales, resulta indispensable que el uso de las mismas también refleje los costos reales de operación. Debe recordarse que los asentamientos actuales no aportaron recursos para la vialidad primaria y no podrían ser cargados retroactivamente, pero si es posible penalizar su utilización.
- f. Creación de incentivos para el pago de CDIV. Es recomendable la creación de los créditos fiscales que operan sobre la estructura impositiva actual y que se calculan sobre bases promedio para ser sustituidos por CDIV.

Bibliografía

- Nelson, Arthur, Development Impact Fees, American Planning Association, 1992
- Nicholas, James, A Practitioner's Guide For Development Impact Fees, American Planning Association, 1991.
- Meshenberg, Michael, The Language of Zoning, Report number 322, American Society of Planning Officials, 1976.
- Linn, Johannes, Urban Public Finance In developing Countries, World Bank, 1992.

La demanda de estacionamientos en el centro de Monterrey

Héctor Saucedo Salinas*

A partir de los resultados de la encuesta sobre uso de estacionamientos realizada en el mes de junio de 1994 por el Consejo Estatal del Transporte en las 10 zonas que conforman el centro de Monterrey y considerando los usos de suelo de dicho sector, se analizan los determinantes de la demanda de estacionamientos. En particular para cada zona se realizan estimaciones sobre el tiempo promedio que un individuo usaría un cajón de estacionamiento enfrentado a distintos niveles de precios. Las variables más importantes que determinan la demanda de tiempo de estacionamiento son: la tarifa, si el motivo del viaje al centro es el trabajo, la distancia viajada, si el auto es propio y si el destino del viaje era alguna de las zonas comerciales más importantes. Dichas estimaciones fueron utilizadas para el cálculo del volumen de cajones demandados y que al considerar la oferta de cajones existente se determinaron los niveles de demanda insatisfechos en la zona.

1. Introducción

La movilidad urbana en el primer distrito del Área Metropolitana de Monterrey, comprendido entre las avenidas Colón, Constitución, Venustiano Carranza y Félix U. Gómez es realizada en un espacio de 1,486,954 metros cuadrados, la cual es cada vez más insuficiente debido al incremento del número de vehículos que concurren a dicho distrito.

A esta demanda de espacio vial se agrega la demanda de estacionamientos tanto públicos como privados, que tiene sus orígenes en los viajes realizados por los individuos ya sea por transacción de mercancías y servicios o por la ubicación de sus lugares de trabajo en las áreas del primer distrito. En este sentido las necesidades de los usuarios de espacio de estacionamiento para automóviles variarán entre quienes estacionan sus autos en períodos cortos y quienes lo hacen por períodos largos (Daniels y Warens: 1983, 280).

Así mismo, la demanda por espacio de estacionamiento es una función del perfil socioeconómico de los usuarios, de los patrones de actividad de la zona, de los usos del suelo, de las distancias recorridas y de los motivos de viaje, en donde estos últimos adquieren relevancia en la medida en que los

* Jefe de Proyectos, Consejo Estatal del Transporte.

La demanda de estacionamientos en el centro de Monterrey

Héctor Saucedo Salinas*

A partir de los resultados de la encuesta sobre uso de estacionamientos realizada en el mes de junio de 1994 por el Consejo Estatal del Transporte en las 10 zonas que conforman el centro de Monterrey y considerando los usos de suelo de dicho sector, se analizan los determinantes de la demanda de estacionamientos. En particular para cada zona se realizan estimaciones sobre el tiempo promedio que un individuo usaría un cajón de estacionamiento enfrentado a distintos niveles de precios. Las variables más importantes que determinan la demanda de tiempo de estacionamiento son: la tarifa, si el motivo del viaje al centro es el trabajo, la distancia viajada, si el auto es propio y si el destino del viaje era alguna de las zonas comerciales más importantes. Dichas estimaciones fueron utilizadas para el cálculo del volumen de cajones demandados y que al considerar la oferta de cajones existente se determinaron los niveles de demanda insatisfechos en la zona.

1. Introducción

La movilidad urbana en el primer distrito del Área Metropolitana de Monterrey, comprendido entre las avenidas Colón, Constitución, Venustiano Carranza y Félix U. Gómez es realizada en un espacio de 1,486,954 metros cuadrados, la cual es cada vez más insuficiente debido al incremento del número de vehículos que concurren a dicho distrito.

A esta demanda de espacio vial se agrega la demanda de estacionamientos tanto públicos como privados, que tiene sus orígenes en los viajes realizados por los individuos ya sea por transacción de mercancías y servicios o por la ubicación de sus lugares de trabajo en las áreas del primer distrito. En este sentido las necesidades de los usuarios de espacio de estacionamiento para automóviles variarán entre quienes estacionan sus autos en periodos cortos y quienes lo hacen por periodos largos (Daniels y Warens: 1983, 280).

Así mismo, la demanda por espacio de estacionamiento es una función del perfil socioeconómico de los usuarios, de los patrones de actividad de la zona, de los usos del suelo, de las distancias recorridas y de los motivos de viaje, en donde estos últimos adquieren relevancia en la medida en que los

* Jefe de Proyectos, Consejo Estatal del Transporte.

viajes al centro de la ciudad son por períodos que impliquen costos elevados para los usuarios de estacionamiento (Daniels y Warens: 1983, 281-283).

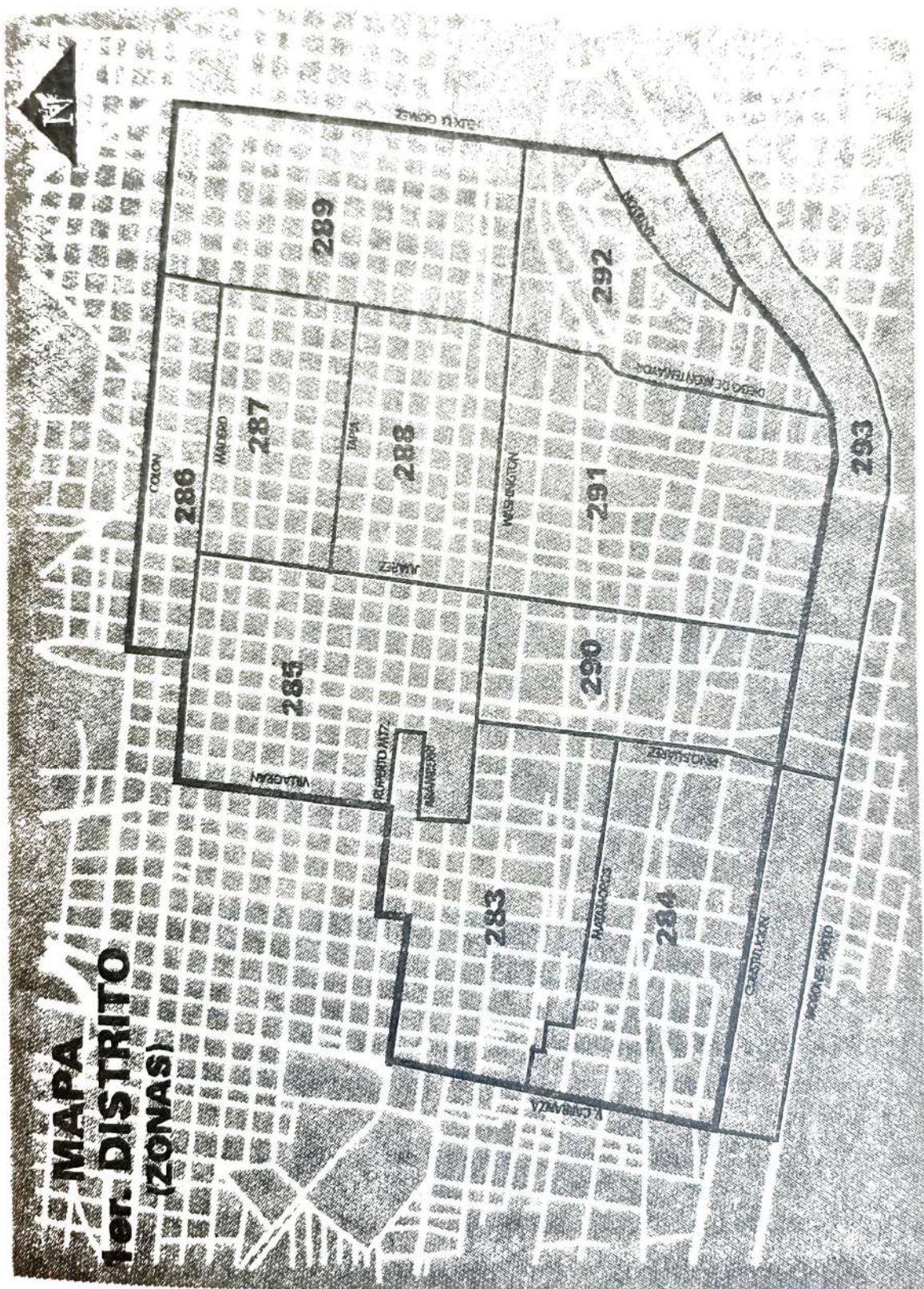
CUADRO No. 1
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN USOS DEL SUELO POR ZONA

ZONA	HABITA- CIONAL	INDUS- TRIAL	INERTE	RECREO	COMER- CIAL	VIAL	ED. PU- BLICOS
283	59.7	1.7		0.9	15.6	14.4	7.7
284	34.4	0.1	0.8	22.7	14.7	16.8	10.5
285	24.0			4.9	31.9	38.0	1.2
286	6.3			1.6	63.7	25.5	2.9
287	43.1	0.1		2.3	33.6	19.4	1.5
288	23.8				54.9	18.2	3.0
289	53.1	2.5		0.8	21.9	20.5	1.3
290	3.6	1.2		0.9	69.0	15.6	9.7
291	8.7			15.0	47.1	18.0	11.2
292	65.5			2.8	11.6	16.7	3.4
293	12.1		25.8	47.9		13.4	0.8

Fuente: Diagnóstico de transporte y vialidad; Consejo Estatal del Transporte, Octubre 1993

Es evidente que en el primer cuadro del Area Metropolitana predominan las áreas comerciales y de servicios ya que las áreas habitacionales han ido cediendo su lugar para la expansión de las comerciales lo cual ha cambiado la conducta de los viajes, principalmente en automóvil y en consecuencia la demanda de estacionamientos.

A partir de lo anterior, el primer distrito registra una atracción diaria de 584,834 viajes de los cuales 182,501 son realizados en automóvil, lo que representa el 31.2 % de la totalidad de los viajes atraídos en dicho distrito y que se distribuyen entre las 10 zonas que lo conforman. Las zonas que se encuentran entre las avenidas Constitución, Washington, Pino Suárez y Zuazua concentran el mayor número de viajes en auto. (ver Mapa 1)



viajes al centro de la ciudad son por periodos que impliquen costos elevados para los usuarios de estacionamiento (Daniels y Warens: 1983, 281-283).

CUADRO No. 1
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN USOS DEL SUELO POR
ZONA

ZONA	HABITA- CIONAL	INDUS- TRIAL	INERTE	RECREO	COMER- CIAL	VIAL	ED. PU- BLICOS
283	59.7	1.7		0.9	15.6	14.4	7.7
284	34.4	0.1	0.8	22.7	14.7	16.8	10.5
285	24.0			4.9	31.9	38.0	1.2
286	6.3			1.6	63.7	25.5	2.9
287	43.1	0.1		2.3	33.6	19.4	1.5
288	23.8				54.9	18.2	3.0
289	53.1	2.5		0.8	21.9	20.5	1.3
290	3.6	1.2		0.9	69.0	15.6	9.7
291	8.7			15.0	47.1	18.0	11.2
292	65.5			2.8	11.6	16.7	3.4
293	12.1		25.8	47.9		13.4	0.8

Fuente: Diagnóstico de transporte y vialidad; Consejo Estatal del Transporte, Octubre 1993

Es evidente que en el primer cuadro del Area Metropolitana predominan las áreas comerciales y de servicios ya que las áreas habitacionales han ido cediendo su lugar para la expansión de las comerciales lo cual ha cambiado la conducta de los viajes, principalmente en automóvil y en consecuencia la demanda de estacionamientos.

A partir de lo anterior, el primer distrito registra una atracción diaria de 584,834 viajes de los cuales 182,501 son realizados en automóvil, lo que representa el 31.2 % de la totalidad de los viajes atraídos en dicho distrito y que se distribuyen entre las 10 zonas que lo conforman. Las zonas que se encuentran entre las avenidas Constitución, Washington, Pino Suárez y Zuazua concentran el mayor número de viajes en auto. (ver Mapa 1)

2. Aportaciones y limitaciones

En la actualidad el Area Metropolitana de Monterrey atraviesa por diversos problemas que afectan al bienestar de la comunidad, entre dichos problemas se encuentra el de una adecuada vialidad, para ello se requiere que se racionalice el uso del suelo y en especial el dedicado a proporcionar los espacios necesarios para estacionamiento

Es, por tanto, importante estudiar las características de la demanda de cajones de estacionamiento en el primer distrito a fin de detectar cuales son sus determinantes.

El propósito fundamental de este trabajo es el de analizar los principales determinantes de la demanda de cajones de estacionamiento, basados en las características de los demandantes del primer distrito del Area Metropolitana de Monterrey

Es preciso hacer algunas consideraciones que ayudarán a enmarcar el problema; desde el punto de vista del demandante de cajones de estacionamiento, sus decisiones estarán orientadas a si utiliza o no estacionamiento y qué tipo de estacionamiento. Dicho demandante tomara sus decisiones en base a sus características socioeconómicas y a la posesión de auto, además de contemplar a su ingreso como una restricción de presupuesto (Call y Holahan: 1987, 136-137).

A partir de lo anterior, la principal hipótesis plantea que las decisiones de uso de cajones de estacionamiento estarán restringidas por los motivos de viaje, las zonas hacia las cuales se viaja, las distancias de los viajes, la posesión de auto y la tarifa.

La principal limitación que enfrenta el presente trabajo es el no contar con información de períodos anteriores que permitan elaborar un análisis de series de tiempo.

3. Metodología

En el Area Metropolitana de Monterrey un gran número de personas expresa sus deseos de desplazamiento utilizando las diversos tipos de transporte existente

Por otra parte, de acuerdo a los datos de Censo de Estacionamientos realizado en Octubre de 1992, se registraron un total de 34,023 cajones en el área que comprende el primer distrito.

CUADRO No. 2
NUMERO TOTAL DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO
EN EL PRIMER DISTRITO

ZONA	NUMERO DE CAJONES
283	3081
284	4461
285	5314
286	441
287	2251
288	2970
289	2534
290	3713
291	7350
292	1408
293	500
TOTAL	34023

Fuente: Encuesta sobre uso de estacionamientos;
Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994

Por lo tanto, dada la elevada atraktividad de los viajes al primer distrito, es importante señalar la posible existencia de un exceso de demanda sobre la oferta existente de estacionamientos. Para analizar esto, en base a los resultados de las entrevistas realizadas en los días 15 y 16 de junio de 1994 se generó el siguiente trabajo que da una descripción de los resultados obtenidos en dicho levantamiento. Así mismo, a partir de los resultados de las encuestas y mediante el Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios se realizó una estimación de la función de demanda de cajones de estacionamiento para cada una de las zonas del primer distrito, a fin de conocer las necesidades de estacionamientos para cada zona.

2. Aportaciones y limitaciones

En la actualidad el Area Metropolitana de Monterrey atraviesa por diversos problemas que afectan al bienestar de la comunidad, entre dichos problemas se encuentra el de una adecuada vialidad, para ello se requiere que se racionalice el uso del suelo y en especial el dedicado a proporcionar los espacios necesarios para estacionamiento.

Es, por tanto, importante estudiar las características de la demanda de cajones de estacionamiento en el primer distrito a fin de detectar cuales son sus determinantes.

El propósito fundamental de este trabajo es el de analizar los principales determinantes de la demanda de cajones de estacionamiento, basados en las características de los demandantes del primer distrito del Area Metropolitana de Monterrey.

Es preciso hacer algunas consideraciones que ayudarán a enmarcar el problema; desde el punto de vista del demandante de cajones de estacionamiento, sus decisiones estarán orientadas a si utiliza o no estacionamiento y qué tipo de estacionamiento. Dicho demandante tomará sus decisiones en base a sus características socioeconómicas y a la posesión de auto, además de contemplar a su ingreso como una restricción de presupuesto (Call y Holahan: 1987, 136-137).

A partir de lo anterior, la principal hipótesis plantea que las decisiones de uso de cajones de estacionamiento estarán restringidas por los motivos de viaje, las zonas hacia las cuales se viaja, las distancias de los viajes, la posesión de auto y la tarifa.

La principal limitación que enfrenta el presente trabajo es el no contar con información de períodos anteriores que permitan elaborar un análisis de series de tiempo.

3. Metodología

En el Area Metropolitana de Monterrey un gran número de personas expresa sus deseos de desplazamiento utilizando las diversos tipos de transporte existente.

es un sector que concentra un gran número de actividades comerciales y de servicios.

4. Descripción del modelo

Para la realización del análisis de demanda sobre el uso de estacionamientos, se construyó un modelo de regresión lineal múltiple, que de acuerdo con la información disponible en la muestra incluyó las siguientes variables:

El tiempo de estacionamiento, la zona hacia donde se dirigieron en el primer distrito, la posesión de automóvil, la tarifa, el sexo, la distancia y el motivo de viaje.

a) El tiempo de estacionamiento se estableció como variable dependiente y se calculó a partir del número de veces que viajaron el día anterior a la entrevista y el tiempo promedio observado que estuvo estacionado.

b) La zona hacia la cual se dirigieron los viajeros de automóvil fue identificada según el cruce de las calles que los entrevistadores registraron al momento de realizar la encuesta.

c) En la posesión de automóvil, los encuestadores identificaron con 1 a los propietarios de auto, 2 cuando era rentado, 3 en el caso de estarlo pagando, 4 si era prestado y 5 cuando era de la empresa o patrón.

d) La tarifa se determinó a partir del gasto realizado de las personas entrevistadas que utilizaron estacionamiento el día anterior a la entrevista.

e) El sexo. Se distinguió a los hombres con el número 1 con el 2 a las mujeres.

f) La distancia. Para la determinación de las distancias los encuestadores identificaron las zonas en las que los entrevistados abordaron su auto, así como a las zonas hacia dónde se dirigieron y mediante una matriz de impedancias se determinaron las longitudes de cada viaje. En dicha matriz se determina la longitud total de cada trayectoria entre un origen y un destino de un determinado viaje.

distrito es de 7, 507,985 metros cuadrados de los cuales el 32.4 % es de superficie habitacional, el 0.6 % es de área industrial, el 10.2 % es de área de recreación, el 29.4 % es comercial, el 19.8% es de área vial y el 5.3 % es de edificios públicas.

A partir de las anteriores consideraciones se determinó un total de 600 entrevistas diarias, utilizándose para ello la siguiente expresión:

$$n = \frac{N (\sum N_i p_i q_i)}{N^2 D + \sum N_i p_i q_i}$$

Donde:

N = Total de viajes atraídos al primer distrito

N_i = Viajes atraídos a la zona i

p_i = Proporción de viajes atraídos a la zona i

q_i = Proporción de viajes no atraídos a la zona i

$D = B^2$ (Error de Estimación / Z^2 Nivel de Confianza).

El cuestionario incluyó un total de 37 preguntas, las cuales fueron organizadas en dos grupos, una parte referida a características socioeconómicas, sobre sus viajes al centro, el medio utilizado para viajar al centro, sobre los tiempos de viaje, las zonas tanto de abordó como descenso del medio y el gasto de transporte, entre otros.

Por otra parte, el segundo segmento de preguntas estuvo orientado a las personas que realizaron su viaje en automóvil especificando si realizaron viajes al centro el día anterior a la entrevista, registrándose la zona hacia la cual viajaron, las veces que se dirigieron al centro, el motivo de esos viajes, los tiempos de estacionamiento y los gastos tanto de estacionamiento como de gasolina.

Para llevar a cabo este levantamiento se contó con la colaboración de un grupo de 10 encuestadores, los cuales previa capacitación entrevistaron a uno de cada 5 peatones en las zonas del primer distrito.

En dichas encuestas, se centró la atención en la parte que se refería a los viajes realizados en auto el día anterior a la entrevista, ya fuera por motivos de trabajo, estudio, compras, etc., además de registrar la zona hacia la cual se dirigieron. A su vez, se observó que el motivo trabajo es de gran importancia en relación al total de viajes atraídos al primer distrito ya que

es un sector que concentra un gran número de actividades comerciales y de servicios.

4. Descripción del modelo

Para la realización del análisis de demanda sobre el uso de estacionamientos, se construyó un modelo de regresión lineal múltiple, que de acuerdo con la información disponible en la muestra incluyó las siguientes variables:

El tiempo de estacionamiento, la zona hacia donde se dirigieron en el primer distrito, la posesión de automóvil, la tarifa, el sexo, la distancia y el motivo de viaje.

a) El tiempo de estacionamiento se estableció como variable dependiente y se calculó a partir del número de veces que viajaron el día anterior a la entrevista y el tiempo promedio observado que estuvo estacionado.

b) La zona hacia la cual se dirigieron los viajeros de automóvil fue identificada según el cruce de las calles que los entrevistadores registraron al momento de realizar la encuesta.

c) En la posesión de automóvil, los encuestadores identificaron con 1 a los propietarios de auto, 2 cuando era rentado, 3 en el caso de estarlo pagando, 4 si era prestado y 5 cuando era de la empresa o patrón.

d) La tarifa se determinó a partir del gasto realizado de las personas entrevistadas que utilizaron estacionamiento el día anterior a la entrevista.

e) El sexo. Se distinguió a los hombres con el número 1 con el 2 a las mujeres.

f) La distancia. Para la determinación de las distancias los encuestadores identificaron las zonas en las que los entrevistados abordaron su auto, así como a las zonas hacia dónde se dirigieron y mediante una matriz de impedancias se determinaron las longitudes de cada viaje. En dicha matriz se determina la longitud total de cada trayectoria entre un origen y un destino de un determinado viaje.

g) Los motivos de viaje se clasificaron en 6: trabajo, estudio, compras, recreación, salud y actividades familiares.

Por otra parte, para la estimación de la demanda se determinaron las proporciones de usos del suelo para cada una de las zonas del distrito uno, así como el número de viajes en automóvil, además, del censo de estacionamientos se obtuvo el total de cajones de estacionamiento por zona.

Este modelo especifica el Tiempo de uso de estacionamiento (T) como una función lineal de la zona del primer distrito hacia donde viajaron las personas, la posesión de automóvil, la tarifa, el sexo, la distancia, y el motivo de viaje.

El método utilizado para la estimación fue el de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Mediante el mismo se identificaron las siguientes variables significativas: Las zonas 286, 287, 288, 289 (Z286, Z287, Z288, Z289), los de auto propio (PROP), la tarifa (TAR), el motivo trabajo (MOT-TRA) y la distancia (DIST).

La ecuación resultante fue la siguiente:

$$T = B_0 + B_1 (TAR) + B_2(MOT-TRA) + B_3(DIST) + A_i Z_i$$

donde:

B_0, B_1, B_2, B_3, A_i = Parámetros a estimar

T = Tiempo estacionado

TAR = Tarifa

MOT-TRA = Motivo trabajo

DIST = Distancia

Z_i = Variable "falsa" (o dummy) para la zona i.

Es importante señalar que existe un término (U) residual que incluye todas aquellas fluctuaciones que se pudiesen presentar al tomar muestras diferentes, o bien, al considerar aquellas variables que no fueron consideradas en el modelo, como por ejemplo: el nivel ocupacional y la escolaridad entre otras; de ser así nuestra ecuación resultante sería:

$$T = B_0 + B_1 (TAR) + B_2 (MOT-TRA) + B_3 (DIST) + A_i Z_i + U$$

$$T = \underline{T} + U$$

donde: $\underline{T}$ = es el tiempo estimado;
aleatorio

U = es el error

de aquí que el error aleatorio será:

$$U = T - \underline{T}$$

En este caso T es el valor observado y $\underline{T}$ es el valor o valores que se obtienen al sustituir los valores dados de las variables independientes en la ecuación de predicción, por tanto, los valores de U estarán en función de los valores que tome $\underline{T}$ (Gujarati: 1988, 28 - 33).

5. Interpretación de resultados

Los resultados de la demanda son confiables, en el cuadro 3 aparece en la primer columna el coeficiente, en seguida el estadístico t y en la última columna está el error estándar.

CUADRO No. 3
RESULTADOS DE LA ESTIMACION

Variable	Coeficiente	Estadístico t	Error Estándar
Constante	105.3150	4.343	23.9718
Z286	-59.0203	-2.156	27.3802
Z287	-84.1278	-2.355	35.2659
Z288	-60.5010	-2.306	26.2659
Z289	-58.6874	-1.854	31.6544
TAR	-6.6034	-3.425	1.9283
MOT-TRA	47.4421	3.938	12.0486
DIST	0.0341	1.988	0.0172
R ² = 0.15638			
F=5.7053			

Fuente: Estimaciones Realizadas en base a la Encuesta Sobre Uso de Estacionamientos; Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

La variable Z286 que identifica a la zona 286 (determina por las avenidas Diego de Montemayor, Cuauhtémoc, Madero y Colón) resultó significativa y con el signo esperado. El signo negativo indica que existe una relación inversa entre la variable dependiente (T) tiempo de permanecer estacionado en la zona y la variable Z286. Es decir, el coeficiente indica que una persona reduciría su tiempo de estar estacionado en 59.02 minutos en

promedio en dicha área. Dicho valor podría atribuirse a que en la zona predominan los usos del suelo habitacional.

La variable Z287 que identifica la zona 287 que es delimitada por las avenidas Diego de Montemayor, Juárez, Tapia y Madero resultó significativa y con el signo esperado, en donde el signo negativo señala que existe una relación inversa entre la variable tiempo y la variable Z287. El valor del coeficiente indica que un individuo reduciría su tiempo de permanecer estacionado en la zona en 84.13 minutos en promedio.

En relación a la variable 288 que identifica la zona , ubicada en el cuadro de las avenidas Juárez, Diego de Montemayor, Tapia y Washington resultó con un coeficiente de signo negativo indicando que una persona promedio reduciría su permanencia en esta área en 60.56 minutos en promedio.

En cuanto a la variable Z289 que identifica la zona 289 ubicada entre las avenidas Diego de Montemayor, Félix U. Gómez, Colón y Washington su coeficiente resultó con signo negativo y con un valor de 58.68 minutos que es el tiempo promedio que un individuo reduciría de estar estacionado.

Cabe señalar que en la medida en que las zonas poseen una área habitacional mayor en relación al total, menor es el tiempo que se permanece estacionado.

La variable (Tar) tarifa resultó ser significativa y su coeficiente fue del signo esperado, es decir, el signo indica que mientras mayor es el nivel de tarifa menor será el tiempo a permanecer estacionado en determinada zona, con esto se podría afirmar que el uso de la vía pública en donde no existen parquímetros aumentaría.

En cuanto a la variable motivo trabajo que resultó significativa y con coeficiente de signo positivo, muestra que las personas recurren a las zonas en donde se encuentran sus áreas laborales y que su permanencia en estacionamiento es de 47.44 minutos en promedio.

En cuanto a la variable distancia que resultó significativa, indica que a mayor longitud de viaje, mayor será el tiempo que se estará dispuesto a permanecer estacionado en determinada zona.

Por otra parte, en base a la ecuación de regresión estimada, se calcularon los minutos promedio que permanecería un auto estacionado en cada una de las zonas utilizándose para ello siete valores de precios que van desde N\$ 1.00 hasta N\$ 7.00 , además, se consideraron las proporciones de usos de suelo

industrial, comercial y de edificios públicos debido a que son lugares que atraen viajes por motivo trabajo, observándose que en la medida que una zona posee mayor área habitacional menor será el tiempo que se usará estacionamiento, así mismo, en la medida en que aumenta el precio el tiempo que un auto permanece estacionado disminuye.

CUADRO No. 4
MINUTOS DE PERMANENCIA PROMEDIO
POR PERSONA SEGUN TARIFA POR HORA

ZONA	N\$1.00	N\$2.00	N\$3.00	N\$4.00	N\$5.00	N\$6.00	N\$7.00
283	110.97	104.02	97.41	90.81	84.21	77.60	71.00
284	111.10	104.13	97.53	90.93	84.32	77.72	71.12
285	114.77	107.83	101.22	94.62	88.02	81.42	74.81
286	71.58	64.66	58.06	51.45	44.85	38.25	31.64
287	31.62	24.69	18.09	11.49	4.88	-1.72	-8.32
288	66.01	59.07	52.47	45.87	39.26	32.66	26.05
289	52.53	45.59	38.99	32.39	25.78	19.18	12.58
290	136.95	129.99	123.39	116.79	110.19	103.58	96.98
291	126.35	119.75	113.14	106.54	99.94	93.33	86.73
292	106.14	99.19	93.59	85.98	79.38	72.77	66.17
293	99.44	92.49	85.88	79.28	72.68	66.07	59.47

Fuente: Estimaciones realizadas en base a la Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos; Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

Dado lo anterior el mayor tiempo promedio que permanecería un auto estacionado en la zona 290 es de 136 minutos a un precio de N\$ 1.00, siendo el mayor tiempo que duraría un auto estacionado, no obstante que el tiempo se reduce a 96 minutos al suponer un precio de N\$ 7.00, otro caso es el de la zona 287 que al suponer un precio de N\$ 1.00 el tiempo que un auto duraría estacionado es de 31 minutos, asimismo al aumentar el precio a N\$ 5.00 el tiempo se reduce a 4 minutos.

A partir del tiempo promedio por auto, se estimó el tiempo promedio diario en función del número de viajes en auto hacia las zonas del primer distrito, observándose que en las zonas 290 y 291 se demandan los más altos tiempos de estacionamientos no obstante las variaciones de precios. El caso contrario es de las zonas 287 que reduce el tiempo promedio diario de estacionamiento.

CUADRO No. 5
DEMANDA TOTAL; MINUTOS AL DIA

ZONA	N\$1.00	N\$2.00	N\$3.00	N\$4.00	N\$5.00	N\$6.00	N\$7.00
283	2323448.45	2177786	2039530	1901273	1763016.67	1624760.13	1486503.59
284	2282302.62	2139136	2003488	1867840	1732191.77	1596543.6	1460895.43
285	3898458.66	3662786	3438480	3214174	2989868.01	2765561.85	2541255.69
286	478758.39	432450.1	388286.2	344122.3	299958.42	255794.52	211630.61
287	526596.71	411233.2	301265.9	191298.5	81331.20	-28636.14	-138603.47
288	1653332.62	1479545	1314155	1148765	983374.37	817984.24	652594.10
289	882915.54	766396.8	655399.3	544401.9	433404.40	322406.92	211409.45
290	8928244.27	8474923	8044418	7613912	7183406.5	6752900.86	6322395.21
291	9662976.97	9157965	8652952	8147940	7642927.26	7137914.83	6632902.4
292	8118534.4	7586383	7081311	6576239	6071166.99	5566095.13	5061023.27
293	716749.61	666651.5	619053.8	571456.1	523858.42	476260.72	428663.02

Fuente: Estimaciones realizadas en base a la Encuesta sobre el Uso de Estacionamientos; Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

Asimismo, se realizó la estimación de la demanda del número de cajones de estacionamiento, suponiendo capacidad máxima durante 8 horas a diferentes precios, siendo la zona 291 la de mayor demanda, lo cual puede atribuirse a que es una área que concentra gran número de establecimientos comerciales y de servicios.

CUADRO No. 6
DEMANDA TOTAL DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO
8 HORAS CAPACIDAD MAXIMA

ZONA	N\$1.00	N\$2.00	N\$3.00	N\$4.00	N\$5.00	N\$6.00	N\$7.00
283	4840.52	4537.06	4249.02	3960.99	3672.95	3384.92	3096.88
284	4754.80	4456.53	4173.93	3891.33	3608.73	3326.13	3043.53
285	8121.79	7630.81	7163.50	6696.20	6228.89	5761.59	5294.28
286	997.41	900.94	808.93	716.92	624.91	532.91	440.90
287	1097.08	856.74	627.64	398.54	169.44	-59.66	-288.76
288	3444.44	3082.39	2737.82	2393.26	2048.70	1704.13	1359.57
289	1839.41	1596.66	1365.42	1134.17	902.93	671.68	440.44
290	18600.51	17656.09	16759.2	15862.32	14965.43	14068.54	13171.66
291	20131.20	19079.09	18026.98	16974.87	15922.77	14870.66	13818.55
292	16913.61	15804.96	14752.73	13700.05	12648.26	11596.03	10543.80
293	1493.23	1388.86	1289.70	1190.53	1091.37	992.21	893.05

Fuente: Estimaciones realizadas en base a la Encuesta sobre el Uso de Estacionamientos; Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

Se realizó también la estimación de la demanda no satisfecha para cada zona del distrito uno a diversos precios, observándose la existencia de un exceso de oferta en las zonas 287 y 289. Por otra parte, en las zonas 290, 291 y 292 se registran los mayores niveles de demanda que no son cubiertos debido a que el número de cajones de estacionamiento disponibles no es

suficiente, además, ante los diferentes precios que se establecieron es posible afirmar que al aumentar estos tiende a evadir la utilización de espacios para estacionamientos.

5. Conclusiones

El resultado de la estimación econométrica del modelo arroja que las variables más significativas fueron las zonas 286, 287, 288 y 289; auto propio; la tarifa; el motivo trabajo; y la distancia.

El tiempo promedio que se usaría un cajón de estacionamiento en cualquier zona del primer distrito es de 105 minutos sin considerar las características de la zona y de los usuarios.

Al considerar las variables del modelo, el tiempo promedio que se utilizaría un cajón de estacionamiento varía considerablemente en cada zona, ya que mientras en la zona 290 se registra el mayor tiempo promedio en otras como la 287 es en algunos casos insignificante.

La zona 291 es la que presenta los más altos niveles de demanda, y tomando como referencia el número de cajones de estacionamiento ofrecidos en la actualidad la zona 292 es la que presenta los mayores niveles de demanda insatisfecha.

Anexo: Resultados de la Encuesta

La información captada en las entrevistas indica que del total de personas encuestadas el 66.9 % eran del sexo masculino y el 33.1 % eran del sexo femenino.

En cuanto a la edad de las personas la distribución registro los siguientes resultados: el grupo de edad de 15 a 29 años representó el 66.6 % el grupo de 30 a 64 años representó el 33.0 % y el de 65 y más años 0.4 %.

CUADRO No. 7
DISTRIBUCION PORCENTUAL
SEGUN SEXO DE LOS ENTREVISTADOS

Sexo	Porcentaje
Hombres	66.9
Mujeres	33.1
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

CUADRO No. 8
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN EDAD
DE LOS ENTREVISTADOS

Edad	Porcentaje
15 - 29	66.6
30 - 64	30.0
65 y más	0.4
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

En relación a la escolaridad de las personas, el 4.6 % es de escolaridad primaria, el 30.2 % es de nivel secundaria, el 40.9 % es de preparatoria, de nivel técnico el 12.5 % y de profesional el 11.7 %.

CUADRO No. 9
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN
LA ESCOLARIDAD DE LOS ENTREVISTADOS

Escolaridad	Porcentaje
Primaria	4.6
Secundaria	30.2
Preparatoria	40.9
Técnico	12.5
Profesional	11.7
Otros	0.1
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
 Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

La ocupación de los entrevistados quedó distribuida en 10 categorías diferentes, sobresaliendo las personas con ocupación empleados (48.7 %) y obreros (13.3 %), esta distribución es debido a la gran concurrencia de empleados a la zona del primer distrito que en su gran mayoría son comerciales.

CUADRO No. 10
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN
LA OCUPACION DE LOS ENTREVISTADOS

Ocupación	Porcentaje
Obrero	13.3
Empleado	48.7
Vendedor	9.7
Profesionista Indep.	7.6
Trabajador por C. Prop.	4.5
E. Doméstico (a)	0.8
Empresario	0.2
Estudiante	6.7
Ama de Casa	7.5
Otros	1.1
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
 Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

En cuanto a la información registrada en las encuestas sobre los medios de transporte utilizados para llegar al primer cuadro de la ciudad, el 51 % de los entrevistados afirmó ser usuario de medios colectivos de transporte, de los cuáles la mayor parte son usuarios de autobús urbano, en contraparte a lo anterior el 47.8 % de las personas que viajaron al centro lo hacen en automóvil particular.

CUADRO No. 11
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN EL MEDIO
DE TRANSPORTE UTILIZADO PARA LLEGAR
AL PRIMER DISTRITO

Medio de Transporte	Porcentaje
Camión Local	45.4
Panorámico	0.8
Camión Foráneo	0.1
Pesera	0.3
Microbús	0.8
Metro	3.6
Auto	47.8
Otros Medios	0.1
Ecotaxi	1.2
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
 Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

Asimismo, las personas que realizaron viajes al centro provienen de las diversas zonas del Area Metropolitana, principalmente de la zona Monterrey Sur (15.9 %), de la zona Monterrey Norte (17.5 %), y de Guadalupe (18.3%).

CUADRO No. 12
ZONA EN DONDE LAS PERSONAS ABORDARON EL MEDIO
DE TRANSPORTE PARA LLEGAR AL CENTRO
(PORCENTAJES)

Zona	Porcentajes
Monterrey Centro	2.2
Monterrey Sur	15.9
Monterrey Norte	17.5
San Bernabé	8.5
Guadalupe	18.3
San Nicolás	14.0
Escobedo	4.1
San Pedro	9.2
Santa Catarina	6.2
Apodaca	3.2
Otros	0.3
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
 Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

Por otra parte, al momento de la entrevista las personas afirmaron haber terminado su viaje en las siguientes zonas: en la zona 265 el 0.1 %, en la 268 el 0.2 %, en la 272 el 2.0 %, en la zona 278 en 0.4 %, en la zona 282 el 2.2 %, en zona 283 el 0.4 %, el 16.0 % en la zona 284, el 11.0 % en la 285, en la 286 el 0.2 %, en la 287 el 3.0 %, el 4.8 % en la 288, en la 289 el 6.9 %, en la 290 el 12.4 %, en la 291 el 39.9 % y en la 292 el 0.5 %. Con esto, es posible observar que las zona 284, 285, 290 y 291 concentran un mayor número de viajes debido a que es en donde se encuentra reunidos una gran parte de establecimientos comerciales y oficinas tanto del Gobierno Estatal y Municipal.

CUADRO No. 13
ZONA DONDE TERMINARON SU VIAJE
LOS ENTREVISTADOS

Zona	Porcentaje
265	0.1
268	0.2
272	2.4
278	0.4
282	2.1
283	0.4
284	15.9
285	10.9
286	0.2
287	2.9
288	4.7
289	6.9
290	12.2
291	39.5
292	0.5

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
 Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

Dado lo anterior, de las personas que utilizaron automóvil, se registraron aquellos que habían realizado viajes al centro el día anterior a la encuesta, representando el 53.4 %.

CUADRO No. 14
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS
AUTOMOVILISTAS QUE VIAJARON EL CENTRO
EL DIA ANTERIOR A LA ENTREVISTA

Viajo al Centro	Porcentajes
Si	53.4
No	46.6
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
 Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

Cabe señalar que se preguntó sobre el día anterior con la finalidad de obtener información no parcial, sino total ya que de haber preguntado sobre el momento de la entrevista no hubiera sido posible obtener resultados relevantes.

Así mismo, el 67.6 % de los usuarios de auto eran del sexo masculino y el 32.4 % eran del sexo femenino, por su parte los grupos de edad presentaron la siguiente distribución: el 57.5 % al grupo 15 a 29 años, el 42.2 % al grupo 30 a 64 años y el 0.3 % al grupo 65 y más, además, el número de viajes que realizaron este segmento de personas hacia el centro varió de 1 a 7 veces.

CUADRO No. 15
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN SEXO
DE LAS PERSONAS QUE VIAJARON AL CENTRO
EN AUTO EL DIA ANTERIOR A LA ENTREVISTA

Sexo	Porcentajes
Hombres	67.6
Mujeres	32.4
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
 Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

CUADRO No. 16
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN EDAD
DE LAS PERSONAS QUE VIAJARON AL CENTRO
EN AUTO EL DIA ANTERIOR A LA ENTREVISTA

Edad	Porcentajes
15 - 29	57.5
30 - 64	42.2
65 y más	0.3
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
 Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

En este último caso, los motivos trabajo, compras, actividades familiares y recreación son por los que los viajes se realizaron con mayor frecuencia, a su vez estos viajes terminaron en la zonas 284, 285, 290 y 291 principalmente.

El hecho de ser el centro en donde están las principales oficinas, tiendas, bancos, organismos gubernamentales, así como museos y otros lugares de recreo es por los que adquieren relevancia los motivos antes mencionados.

Por otra parte, los propietarios de automóvil representaron el 78.4 % el 3.8 % afirmó estar pagando su auto, el 10.8 % dijo que el auto era prestado y el 7.0 % dijo que el auto era de la empresa o del patrón en donde laboraba, asimismo, la antigüedad de los autos oscilaba entre 1 y 32 años.

CUADRO No. 17
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN POSESION DE AUTO
Y QUE REALIZARON VIAJES AL CENTRO

Posesión de Auto	Porcentaje
Propio	78.1
Pagándose	3.8
Prestado	10.8
Del Patrón	7.3
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

CUADRO No. 18
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN POSESION DE AUTO
Y QUE REALIZARON VIAJES AL CENTRO

Antigüedad	Porcentaje
0 - 4	61.8
5 - 9	10.8
10 - 14	14.2
15 - 19	6.9
20 - 24	4.5
25 - 29	0.8
30 - 34	1.0
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

En cuanto a tipo de estacionamiento utilizado por los automovilistas entrevistados, se observó que el 9.8 % uso estacionamiento privado ya fuera

de alguna empresa o alguna área exclusiva, el 43.6 % utilizó estacionamiento público, el 25.1 % uso estacionamiento con parquímetro y el 21.6 % se estacionó en la vía pública. Con esto se puede afirmar que existe una elevada tendencia por parte de los automovilistas a no utilizar la vía pública para estacionarse.

CUADRO No. 19
TIPO DE ESTACIONAMIENTO UTILIZADO
POR LOS ENTREVISTADOS EL DIA ANTERIOR
(PORCENTAJES)

Tipo de Estacionamiento	Porcentaje
Privado	9.8
Público	43.6
Parquímetro	25.1
Vía Pública	21.6
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
 Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

La ocupación de las personas que usaron estacionamiento presentó la siguiente distribución: el 4.5 % eran de ocupación obreros, el 45.3 % eran de ocupación empleados, el 14.6 % eran de ocupación vendedores, el 10.1 % profesionistas independientes, el 11.3 % trabajadores por cuenta propia, el 0.4 % trabajadores domésticos, estudiantes el 0.4 %, de ocupación patrones el 0.4 % y el 11.7 % amas de casa.

CUADRO No. 20
OCUPACION DE LOS ENTREVISTADOS
QUE USARON ESTACIONAMIENTO

Ocupación	Porcentaje
Obrero	4.5
Empleado	45.3
Vendedor	14.6
Profesionista Indep.	10.1
Trabajador por C. Prop.	11.3
E. Doméstico (a)	0.4
Empresario	0.4
Estudiante	0.4
Ama de Casa	11.7
Otros	1.2
Total	100.0

Fuente: Encuesta Sobre el Uso de Estacionamientos;
 Consejo Estatal del Transporte, Junio de 1994.

La edad de estos mismos usuarios de estacionamiento resultó con la siguiente distribución: el 55.5 % era de 15 a 29 años, el 44.1 % era de 30 a 64 años y el 0.4 % al grupo de 65 años y más.

CUADRO No. 21
DISTRIBUCION PORCENTUAL SEGUN LA EDAD
DE LOS USUARIOS DE ESTACIONAMIENTO

Edad	Porcentaje
15 - 29	55.5
30 - 64	44.1
65 y más	0.4
Total	100.0

En relación al tiempo que duraron estacionados, se observó que fue en promedio un total de 22 minutos, por otra parte, el gasto de estacionamiento fue de N\$ 1.00 en promedio.

La opinión registrada sobre el gasto de estacionamiento fue que el 51.6 % lo consideró alto, el 8.4 % lo consideró bajo y el 34.8 % lo consideró justo.

En cuanto a las multas de estacionamiento el 14.3 % afirmó haber recibido al menos una multa y en relación al gasto de gasolina el día anterior, se registró un promedio de N\$ 12.40, a su vez de los automovilistas entrevistados el 31.4 % afirmó utilizar cochera en su hogar para estacionar su auto, mientras que el 45.6 % utiliza la vía pública como estacionamiento.

Las sugerencias que hicieron los entrevistados en relación a las mejoras de estacionamientos se concentraron en 9 categorías importantes que van desde tener alumbrado, limpieza y personal capacitado hasta solicitar más cajones de estacionamiento.

Bibliografía

1. Call, Steven T. y Holahan, William L. (1987), Microeconomía; Segunda Edición, Editorial Iberoamérica, México.
2. Daniels, P. W. y Warens, A. M. (1983), Movimiento en Ciudades; Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
3. Gujarati, Damodar (1988), Econometría; Primera Edición, Editorial Mc Graw Hill, México.
4. Johnston, J. (1980), Métodos de Econometría; Tercera Edición, Editorial Vicens- Vives, Barcelona.
5. Scheafer, Richard L.; Mendenhall, William; Ott, Lyman (1986), Elementos de Muestreo; Tercera Edición, Editorial Iberoamérica México.