

Serie de Políticas Públicas UDP  
Documentos de Trabajo

UDP Public Policy Series  
Working Papers

N° 4

Noviembre 2009

**Evaluación empírica del impacto de tres políticas  
de transporte urbano sobre el uso de transporte  
público**

Louis de Grange, Rodrigo Troncoso y Felipe González

# Serie de Políticas Públicas UDP

## Documentos de Trabajo

### UDP Public Policy Series

### Working Papers

Los Documentos de Trabajo de la Serie de Políticas Públicas de la Universidad Diego Portales (UDP) buscan dar a conocer los trabajos de investigación en políticas públicas de los académicos de la UDP, así como de investigadores y académicos de otras casas de estudios e instituciones vinculadas con el tema. Esta serie coordinada por el Instituto de Políticas Públicas Expansiva UDP tiene como objetivo enriquecer el debate sobre políticas públicas a partir de enfoques multidisciplinarios. Su divulgación apunta a contribuir al perfeccionamiento de estas políticas sobre la base del conocimiento empírico, teórico, histórico o comparado.

La publicación de los documentos de trabajo está sujeta a un juicio de pares, al cabo de un proceso ecuaníme, ciego y objetivo. El Comité Editorial inicial de esta serie está integrado por Javier Couso (Facultad de Derecho), Gregory Elacqua (Centro de Políticas Comparadas en Educación), Rossana Castiglioni (Facultad de Historia y Ciencias Sociales), Alfredo Joignant (Instituto de Políticas Públicas Expansiva-UDP) y Rodrigo Montero (Facultad de Economía y Empresa), el cual se asegura de resguardar la calidad de las investigaciones publicadas. Tanto el contenido de los documentos como los análisis y conclusiones que de ellos se desprendan son de exclusiva responsabilidad de su o sus autores.

The *Public Policy Working Papers Series* of Universidad Diego Portales (UDP) promotes the work on public policies of scholars and practitioners from UDP and other universities and institutions that conduct research on this topic. This series, which is coordinated by Expansiva UDP Public Policy Institute, aims to inform and enrich the debate in public policies from multidisciplinary approaches. Its disclosure strives to contribute to the improvement of public policies on the basis of empirical, theoretical, historical and comparative knowledge.

All articles undergoes a peer review process after a fair, blinded and objective analysis. The initial Editorial Board of this series is joined by Javier Couso (Law School), Gregory Elacqua (Center for Comparative Political Education, CPCE), Rossana Castiglioni (Faculty of History and Social Sciences), Alfredo Joignant (Expansiva-UDP Public Policy Institute) and Rodrigo Montero (Faculty of Economics and Business), which guarantees the quality of the investigation. Both, the content of the documents and the analysis and conclusions that will emerge are responsibility of their author(s).

## **Evaluación empírica del impacto de tres políticas de transporte urbano sobre el uso de transporte público**

**Louis de Grange, Rodrigo Troncoso y Felipe González**  
Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Diego Portales  
[louis.degrange@udp.cl](mailto:louis.degrange@udp.cl)

### **Resumen**

Usando datos para más de cuarenta ciudades del mundo, evaluamos el impacto que tienen tres políticas de transporte urbano sobre el uso de transporte público: ampliación de la red de Metro, subsidio a la tarifa del transporte público y regulación sobre uso del automóvil. Controlando por variables socioeconómicas y demográficas de cada ciudad, encontramos que un aumento de un 10% de la red de Metro genera en promedio una reducción superior al 2% en el uso del automóvil.

Asimismo, constatamos que implementar medidas de regulación sobre el uso o posesión del automóvil se traduce en un aumento significativo en el uso del transporte público. En contraste, no encontramos evidencia de que los subsidios a la tarifa del transporte público generen aumentos significativos en el uso relativo de este modo de transporte.

### **Abstract**

Using data for over forty cities worldwide, we assess the impact of three urban transport policies on the use of public transport: the extension of the Metro (subway) network, subsidy of public transport fares and regulation on car use. Controlling for socioeconomic and demographic variables for each city, we found that an increase of 10% of the Metro network generates, in average, over 2% reduction of car use. We also confirmed that the implementation of measures that regulate the use or possession of the car result in a significant increase of the use of public transport. In contrast, we didn't find any evidence that proves that subsidies for public transport generates a significant increase in the use of this means of transport.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Usando datos de sección cruzada, que recopilamos para cuarenta y un ciudades del mundo, evaluamos el efecto que tiene sobre el uso del transporte público las siguientes tres políticas de transporte urbano: (i) un aumento en la red de Metro (o LRT o trenes urbanos, en adelante nos referiremos a estos tres medios de transporte, simplemente como Metro), (ii) subsidios a la tarifa del transporte público, y (iii) regulación sobre el uso o posesión del automóvil.

Mediante análisis de regresión múltiple, controlando por variables socioeconómicas y demográficas (un enfoque similar al expuesto en Pucher et al., 1983), y para distintas especificaciones concluimos lo siguiente: primero, que un aumento de un 10% de la red de Metro genera, en promedio, una reducción superior al 2% en el uso del automóvil; segundo, no encontramos evidencia que los subsidios a la tarifa de los servicios de transporte público incentiven su uso ni reduzcan el uso del automóvil; y tercero, que la implementación de políticas tendientes a regular el uso o la posesión de automóviles generan un aumento significativo en el uso del transporte público. Nuestros resultados son consistentes con estudios anteriores reportados en la literatura especializada respecto a estas tres políticas de transporte que evaluamos.

Como prueba de robustez de los principales resultados, reportamos varias especificaciones del modelo econométrico. Usamos cuatro distintas versiones de nuestra variable dependiente, que se relaciona con el uso del transporte público. Además, para evitar que la no significancia de alguna estimación se deba a la eventual presencia de colinealidad, estimamos, en cada caso, cuatro versiones del modelo. Tres que incluyen a cada variable asociada a cada política de transporte por separado, y una cuarta que incluye todas las variables juntas. En total reportamos 16 modelos, y en todos se confirman los mismos resultados.

La base de datos que utilizamos en las estimaciones la construimos recolectando información de diversos tipos de fuentes y referencias disponibles para distintas ciudades del mundo que operan con algún sistema de Metro o tren urbano. Incluimos en la muestra ciudades para las que además existiera información comparable de todas las variables incorporadas en el modelo, en especial, la partición modal relativa entre transporte público y privado, y la tasa de subsidio al transporte público.

En la sección 2 presentamos una revisión de la literatura especializada que aborda las tres políticas que analizamos. En la sección 3 introducimos el modelo econométrico, así como sus distintas especificaciones. También presentamos los resultados de las estimaciones. Finalmente, en la sección 4 presentamos las principales conclusiones y recomendaciones que se desprenden de los análisis empíricos realizados. En los Anexos mostramos los datos que usamos para las estimaciones.

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

En esta sección revisamos evidencia previa sobre los efectos que tienen la red de Metro, los subsidios y la regulación al uso del automóvil sobre distintos aspectos del transporte público.

Respecto al impacto que genera la ampliación de líneas de Metro sobre la demanda por servicios de transporte público y privado al interior de las ciudades, los resultados indican que esta alternativa de transporte, pese a sus mayores costos de inversión y capital, normalmente logra reducir el aumento progresivo en el uso del automóvil, tendiendo a revertir la tendencia hacia una menor participación del transporte público.

En este sentido, Litman (2009) compara ciudades de Estados Unidos con y sin líneas de Metro o Trenes Ligeros (LRT). Litman define tres tipos de ciudades: a) Large Rail (LR): ciudades en que el Metro o los LRT representan más del 50% de los viajes en transporte público. b) Small Rail (SR): ciudades en que el Metro o los LRT representan menos del 50% de los viajes en transporte público. c) Bus Only (BO): ciudades en que no tienen ni Metro ni LRT. En las ciudades LR los viajes per cápita en transporte público son un 400% mayor que en ciudades BO. Es decir, se realizan 5 veces más viajes en transporte público debido a la presencia de Metro. Respecto a la tasa de motorización, en el caso de las ciudades LR es 0.68, en las SR es 0.77 y en las BO es 0.80. Esto a pesar que el ingreso per cápita en las ciudades LR es generalmente mayor que en las otras.

Schumann (2005) compara el rendimiento de dos sistemas de transporte de ciudades norteamericanas de tamaño similar, Sacramento y Columbia. Ambas ciudades iniciaron innovaciones en el sistema de transporte en el año 1985. Sacramento invirtió en LRT, mientras que Columbia sólo en un sistema basado en Buses. Durante los siguientes 17 años, el nivel de servicio y la afluencia de pasajeros en Sacramento aumentaron significativamente, mientras que en Columbia declinó permanentemente. Se constató que en Columbia, pese a un aumento del 19% de la población, los viajes en transporte público se redujeron un 37%, y los viajes per cápita se redujeron un 45%. Sin embargo, en Sacramento, el aumento porcentual en la cantidad de viajes en transporte público es superior al aumento porcentual en la población, lo que es consistente con el aumento de viajes per cápita. Se aprecia, sin embargo, una reducción en los pasajeros-kilómetro en Sacramento; ello se debe a que, producto de la implementación del LRT y su impacto en el sistema de actividades, la distancia media de los viajes se redujo.

Henry y Litman (2006) comparan el cambio en la cantidad de pasajeros transportados en ciudades de Estados Unidos entre 1996 y 2003, diferenciando entre ciudades que tienen Bus y Metro (Rail) de aquellas que tienen sólo buses. Las ciudades que tienen sistemas de Metro o similares presentan un mayor crecimiento en el uso del transporte público que ciudades cuyos sistemas de transporte público se basan únicamente en Buses. En esta misma línea, Litman (2005) muestra que en los hogares ubicados en las cercanías de estaciones de Metro, la posesión de automóvil es inferior que en sectores sin Metro.

Bento et al. (2003) concluye que un aumento en el 10% de la red de Metro reduce en un 4,2% el uso del automóvil. Esta reducción en el uso del automóvil es mayor a la generada por cualquier política de tarificación vial hasta ahora implementado en alguna ciudad del mundo.

Baum-Snow y Kahn (2005) demuestran que, aunque el transporte público ha tendido a decrecer en las últimas décadas, dicha reducción en ciudades con Metro ha sido entre 20% y 23%, mientras que en ciudades sin Metro la reducción en el uso del transporte público ha sido superior al 60%.

Winston y Larger (2004) encuentran que la congestión vial se reduce en ciudades cuya oferta de Metro se expande, pero crece cuando se aumenta la oferta de Buses. Esto ocurre, según explican los autores, debido a que los buses compiten con los demás vehículos por la vialidad existente y contribuyen a la congestión vial. En ciudades que han implementado proyectos de Metro, el índice de congestión antes de la implementación del Metro crecía en promedio un 2.8% anual, mientras que después del Metro dicho índice aumentaba sólo un 1.5% anual.

En consecuencia, de acuerdo a la evidencia empírica, el Metro o el tren urbano en general tiende a reducir los viajes en auto por dos razones: primero, por el mayor traspaso hacia el Metro que se observa de usuarios provenientes del automóvil, y segundo, por la reducción en la adquisición de automóviles en los hogares ubicados en sectores cercanos a estaciones de Metro. De hecho, de los trabajos de Neff (1996) y de Newman y Kenworthy (1999) se desprende que cada pasajero-kilómetro que se traspasa del Auto al Metro representa una reducción promedio de entre 1,4 y 9 vehículos-kilómetro.

En el contexto de políticas que buscan incentivar el uso del transporte público mediante un subsidio a la tarifa, los resultados no son concluyentes. A fines de los setenta y comienzos de los ochenta, se reportaron una serie de trabajos cuya evidencia indicaba que el subsidio a los usuarios del transporte público generaba beneficios muy pequeños, y que los beneficios medioambientales así como los beneficios secundarios de esta política eran imperceptibles o simplemente no existían (Altshuler et al., 1981; Meyer y Gómez-Ibáñez, 1981; Hilton, 1974; Hamer, 1976; Webber, 1976). Incluso, algunas críticas al subsidio apuntaban a que simplemente se inflaban los costos sin generar un servicio mejor o más barato (Altshuler et al., 1981; Bonnell, 1981). En el trabajo de Pucher et al. (1983) también se argumenta que los subsidios al transporte público aumentan los costos de provisión de los servicios y reducen la productividad de las firmas.

Karlaftisa y McCarthy (1998), basados en un análisis con datos de panel para los sistemas de transporte público de Indiana, concluyen que los subsidios no tienen efectos generales sobre el desempeño del transporte público. Philipson and Willis (1990) encuentran que un transporte público gratuito para la ciudad de Adelaida (una reducción del 100 por ciento de la tarifa) probablemente aumentaría en un 30 por ciento el uso de este medio. Sin embargo, sólo una parte muy pequeña de los nuevos usuarios serían antiguos usuarios de automóvil, y estiman que los viajes en auto se reducirían en menos de un 2 por ciento.

Jaensirisak (2003) argumenta que una mejora del transporte público en sí misma no parece ser suficiente para captar usuarios del transporte privado. También sería necesario restringir directamente el tráfico, así como obtener un mejor balance entre oferta y demanda por el uso de las calles.

Gwilliam et al. (2004) encuentran una fuerte evidencia de que casi la mitad del subsidio se traduce en beneficios hacia las empresas en lugar de beneficiar a los pasajeros. Constatan también que los usuarios de automóvil son sólo marginalmente sensibles al nivel de las tarifas de transporte público, por lo que el subsidio no sería efectivo para que los viajeros se cambien del transporte privado al público.

En análisis relacionados con los niveles de emisión de dióxido de carbón (CO<sub>2</sub>), aspecto que se relaciona directamente con el uso del automóvil, existen resultados que confirman el bajo efecto que el subsidio a la tarifa del transporte público genera sobre el uso del automóvil. Hensher (2008) concluye que un subsidio del 50% al transporte público reduce mínimamente las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al uso del automóvil, debido a que la cantidad de vehículos-kilómetro es prácticamente invariante. Un resultado similar obtiene Noland et al. (2006).

Modelando el sistema de transporte de Estocolmo, Robert and Jonsson (2006) muestran que el transporte público gratuito no causó un impacto sustancial en la reducción del uso de vehículos privados, con sus respectivas emisiones de CO<sub>2</sub>. La razón de esto, es que esta medida provocó principalmente una migración de los viajes a pie y en bicicleta hacia el transporte público.

Parry y Small (2009) derivan fórmulas empíricamente tratables para estudiar el efecto sobre el bienestar social de ajustes en las tarifas de transporte público durante períodos punta y valle, así como la fijación óptima de tarifas para estos servicios en tres ciudades (Washington DC, Los Ángeles y Londres). El análisis considera congestión, contaminación, externalidades causadas por accidentes y economías de escala. El resultado indica que los grandes subsidios a la tarifa que se observan son eficientes y que, incluso, partiendo de un subsidio de un 50% del costo operacional, una reducción marginal de las tarifas resulta en un mayor beneficio social en casi todos los casos. Este reciente estudio cuantifica de manera amplia y detallada los beneficios generados por un usuario de automóvil que se traspase al transporte público. Sin embargo, no aborda el problema de la baja efectividad del subsidio en lo que se refiere a una reducción de viajes en transporte privado, y basa su argumentación en una estimación de tarifas socialmente óptimas, las que podrían no generar un traspaso de usuarios desde el automóvil hacia el transporte público.

En el contexto de las políticas de transporte orientadas a regular el uso del automóvil, Meland and Polak (1993) encuentran con encuestas antes y después de implementar un anillo tarifado en Trondheim, que cerca del 40% de los viajeros dijo haber cambiado su comportamiento de viajes, ya sea en modo, tiempo, ruta, destino o frecuencia. Respecto al número de viajes durante los períodos de tarificación, los viajes dentro del anillo se redujeron un 6-7% en Bergen, 8% en Oslo, y 10% en Trondheim (Larsen, 1995).

A la luz de los resultados descritos anteriormente, surge un importante desafío para las autoridades en materia de políticas de transporte urbano, el cual es incentivar de manera efectiva el uso del transporte público por parte de los automovilistas para así generar una reducción de los costos sociales asociados al uso del automóvil. Es decir, dado que está demostrado el beneficio que genera que un usuario del automóvil se traspase al transporte público (Parry and Small, 2009), parece necesario reforzar el subsidio a esta última alternativa con políticas tendientes a restringir el uso del automóvil y, al mismo tiempo, ofrecer alternativas de transporte efectivas como podría ser la expansión de líneas de Metro o trenes urbanos que, de acuerdo con la evidencia empírica, serían mucho más efectivos que los servicios de buses en la reducción del uso del automóvil.

### 3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

La estimación del modelo la efectuamos usando datos de corte transversal para cuarenta y un importantes ciudades del mundo; el enfoque de estimación es equivalente al expuesto por Pucher et al. (1983). Los datos usados en la calibración de los modelos, que se presentan en el Anexo, fueron obtenidos de Millennium Cities Database (Kenworthy, J. and Laube, F., 2001), EMTA (2007, 2009), MVA (2005), Patisson (2000), Bristol City Council, Transport Statistics Bulletin (DETR website), Jane's Urban Transport Systems 2000-2001, y de diferentes sitios web oficiales.

#### 3.1 Especificación del Modelo

Los modelos formulados en este trabajo buscan determinar empíricamente el impacto que tienen, sobre el uso del transporte público y privado, la implementación de las siguientes tres políticas de transporte urbano:

- i. Aumento en la red de Metro o de trenes urbanos.
- ii. Subsidio a la tarifa del transporte público.
- iii. Regulación al uso y posesión de automóviles.

El uso del transporte público o privado puede representarse de diversas maneras, como por ejemplo partición modal agregada o número de viajes diarios o anuales. La información recolectada para este trabajo nos permitió determinar la partición modal relativa entre transporte público y transporte privado para cada una de las ciudades incluidas en la muestra. Llamemos  $\pi$  la proporción de viajes que se efectúan en transporte público, y  $1 - \pi$  la proporción que se efectúa en transporte privado.

Para controlar por las características de las ciudades usamos la población, la densidad, el ingreso per cápita, y el número de automóviles cada mil habitantes (tasa de motorización).

Para determinar el efecto producido por extensiones de la red de Metro, usamos el largo de la red de Metro de la ciudad, medido en kilómetros. El subsidio a la tarifa del transporte público lo definimos como el porcentaje de los costos operacionales (excluyendo costos de inversión y capital) que no es cubierta por los ingresos operacionales. Por último, la regulación al uso o posesión del automóvil la incorporamos como una variable dicotómica, que toma el valor cero si en la ciudad no existe una política importante de regulación al automóvil, y 1 si existe. Dentro de nuestra muestra, las ciudades que consideramos que poseen una regulación efectiva sobre el uso del automóvil son: Londres, Singapur, Oslo y Estocolmo, que poseen *cordon tolling*, así como Hong-Kong, Tokyo y Seul que tienen gravámenes sobre el automóvil o *value pricing*.

El modelo econométrico base es:

$$(1) \quad y_i = X_i' \beta + \alpha_1 \ln(Kms_i) + \alpha_2 Regulation_i + \alpha_3 Subsidy + \varepsilon_i$$



donde  $X_i$  es el vector con las variables de control (población, la densidad, el ingreso per cápita y tasa de motorización);  $\ln(Kms_i)$  es el logaritmo natural del largo de la red de metro medida en kilómetros;  $Regulation_i$  es una variable dicotómica que toma el valor uno si la ciudad tiene restricciones importantes al uso del automóvil y cero si no;  $Subsidy_i$  corresponde la proporción de los costos operacionales que es cubierta por subsidios; la variable dependiente,  $y_i = \ln(Trips_i)$  corresponde a una proxy del logaritmo natural del número de viajes en transporte público. La proxy para el número de viajes en transporte público la construimos multiplicando la proporción de viajes en transporte público  $\pi$  por la población de la ciudad:

$$(2) \quad \ln(Trips_i) = \ln(\pi_i \cdot Population_i)$$

La ventaja de usar el logaritmo natural del número de viajes como variable dependiente es que permite interpretar los coeficientes de la ecuación (1) como elasticidades, semi-elasticidades o cambios porcentuales.

Como prueba de robustez de los resultados, también estimamos otros modelos usando como variable dependiente: (i) la proporción de viajes en transporte público  $\pi$ , (ii) el logaritmo natural de la razón del uso de transporte público y transporte privado,  $\ln(\pi / (1 - \pi))$ ; y (iii) una proxy del número de viajes en transporte privado, similar a la proxy para el transporte público:

$$(3) \quad \ln(Priv.Trips_i) = \ln((1 - \pi_i) \cdot Population_i)$$

Cuando usamos como variable dependiente la proporción de viajes y el logaritmo de la razón del uso de transporte público y privado, no incluimos la población de la ciudad como variable de control debido a que estas variables ya se encuentran normalizadas en este sentido.

Especificamos cuatro modelos para estimar los valores de  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$  de la ecuación (1). Tres modelos que incluyen sólo la variable asociada a cada una de las políticas de transporte, y un cuarto modelo que incluye todas las variables al mismo tiempo. El motivo es que al incluir todas las variables de política en el modelo, existe la posibilidad de que los parámetros pierdan significancia estadística debido a una eventual colinealidad entre dichas variables y no porque en realidad la política sea poco efectiva. Por otro lado, excluir variables del modelo podría causar sesgo en las estimaciones. Estimando estos cuatro modelos podemos por lo tanto evaluar la robustez de los estimadores, en la medida que tanto los parámetros estimados como su significancia estadística no cambien mucho entre las distintas especificaciones. Los parámetros se estimaron por Mínimos Cuadrados Ordinarios, mientras que sus varianzas se estimaron usando un estimador robusto a la heteroscedasticidad.

Respecto a las variables exógenas, es importante mencionar que al usar datos de corte transversal no nos es posible controlar, como se podría hacer con datos de panel, por los efectos individuales no observables que podrían constituir una fuente de endogeneidad, en la medida que estén correlacionados con las variables explicativas del modelo. Sin embargo, consideramos que nuestros resultados son confiables por varios motivos:

En primer lugar, al controlar por variables sociodemográficas (población, densidad, GDP y tasa de motorización) reducimos el componente individual no observable que podría potencialmente estar correlacionado con las variables explicativas y causar sesgo e inconsistencia en la estimación de los parámetros.

En segundo lugar, nuestras variables de interés son las tres políticas de transporte urbano, que dependen en buena medida de factores políticos o de otra índole que son exógenos al modelo y por lo tanto es poco probable que se encuentren correlacionadas con efectos individuales no observables.

En tercer lugar, la principal fuente de información en este tipo de datos es la variación de las variables entre ciudades (variación between) y no la variabilidad en el tiempo para una misma ciudad (variación within). Todas las variables usadas en el modelo cambian poco en el tiempo, por lo que estimar usando variables en desvíos respecto a su media (Least Squares Dummy Variable o LSDV) no es eficiente. Incluso, variables como el tamaño de la red de Metro o la existencia de regulación al uso del automóvil podrían no sufrir variación alguna en una muestra a lo largo del tiempo, haciendo imposible estimar el efecto de dicha variable usando LSDV.

Por otro lado, incluso en datos de panel, los estimadores de Mínimos Cuadrados Ordinarios tienen un buen desempeño en la práctica (Beck y Katz, 1995). Plümper y Troeger (2007) encuentran que cuando las variables explicativas de un panel tienen poca variación en el tiempo (within variation), como es nuestro caso, el estimador de Mínimos Cuadrados Ordinarios se desempeña mucho mejor que el de LSDV, aún cuando el efecto individual no observable está correlacionado con las variables explicativas. En sus simulaciones, los autores encuentran que la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) del estimador LSDV es casi el doble (1.74 veces) que la del estimador de Mínimos Cuadrados Ordinarios Agregados (Pooled OLS).

Finalmente, para construir un panel de datos para cuarenta y un ciudades y así intentar corregir por efectos individuales, requiere de información inexistente en la mayoría de las ciudades consideradas, por lo que no es posible elaborar un panel satisfactorio para controlar por eventuales efectos individuales.

### **3.2 Resultados**

La Tabla 1 muestra las estimaciones del modelo principal, que tiene como variable dependiente el número de viajes en transporte público, expresado en logaritmos. En los cuatro modelos, las variables de control aparecen con los signos esperados, aunque no siempre significativas, posiblemente debido a la colinealidad. Los estimadores del modelo 4, menos expuestos al sesgo, indican que un aumento del 10% en el ingreso per cápita inducirá una reducción del 2.1% en el uso del transporte público. En forma similar, los estimadores indican que a medida que aumenta la densidad de la ciudad, el uso del transporte público aumenta. Esto es esperable, debido a que una mayor densidad va acompañada de una mayor congestión y por lo tanto, mayores costos en el uso del automóvil que desincentivan su uso. Por último, encontramos una elasticidad de los viajes en transporte público a la tasa de motorización, de entre -0.229 y -0.314. Esto significa que un aumento de 10% en la tasa de motorización reduce entre un 2,29% y 3.14% los viajes en transporte público.

**Tabla 1**

Dep. Variable	Ln(Trips) Model 1	Ln(Trips) Model 2	Ln(Trips) Model 3	Ln(Trips) Model 4
Ln(Population)	1.072** (0.104)	1.211** (0.072)	1.305** (0.091)	1.079** (0.094)
Ln(GDP/Pop.)	-0.132 (0.083)	-0.066 (0.081)	0.003 (0.099)	-0.208** (0.075)
Ln(Density)	0.181* (0.097)	0.103 (0.087)	0.112 (0.106)	0.199** (0.092)
Ln(Cars)	-0.265** (0.078)	-0.229** (0.074)	-0.314** (0.087)	-0.243** (0.075)
Ln(Kms)	0.291** (0.112)			0.251** (0.115)
Regulation		0.31** (0.141)		0.305* (0.18)
Subsidy			0.002 (0.004)	0.004 (0.003)
Constant	0.277 (1.89)	-1.077 (1.431)	-2.099 (1.714)	0.305* (0.18)
Observations	41	41	41	41
R <sup>2</sup>	0.91	0.90	0.89	0.92

Standar errors in parenthesis. \* indicates significance at the 10% level and \*\* at the 5% level.

El estimador del efecto marginal que tiene la red de Metro sobre el uso del transporte público,  $\alpha_1$  en la ecuación (1), es positivo y altamente significativo en todas las especificaciones. El resultado indica que, en promedio, un aumento del 10% de la red de Metro induce un aumento de aproximadamente 3% en los viajes en transporte público. Encontramos que el efecto positivo del Metro sobre el uso del transporte público es consistente con resultados reportados anteriormente en la literatura. Vuk (2005) estima, en promedio, que un 70% de los usuarios de un nuevo proyecto de Metro proviene de los buses, un 15% son antiguos usuarios del automóvil y un 15% es nueva demanda, es decir, viajes que antes de existir el Metro simplemente no se realizaban. En el trabajo de Knowles (1996) se estimó que la demanda inducida por un tren ligero en Manchester fue superior al 20%, mientras que Monzón (2000) estima una demanda inducida de un 25% producto de una nueva línea de Metro. En el Metro de Atenas, se detectó que un 16% de los usuarios provenía del automóvil (Golias, 2002), mientras que en el caso de Madrid la cifra se estimó en un 26% en el caso de un tren suburbano (Monzón, 2000). En síntesis, más Metro significa más viajes en total y, al mismo tiempo, menos viajes en automóvil.

En lo que se refiere al efecto de la regulación al uso del automóvil, encontramos que esta aumenta significativamente el uso del transporte público. Este resultado indicaría que en ciudades en las que existe una regulación efectiva del uso y/o la posesión del transporte privado se induce un mayor uso del transporte público, y evidentemente una menor cantidad de viajes en transporte privado (este resultado está en la misma línea de Wilson (1988), McCarthy and Tay (1993), Luk (1999) y Menon (2000) para el caso de Singapur; Larsen (1995) para el caso de Oslo, Jaensirisak (2003); GOL (2000) para el caso de Londres; Ahlstrand (2001) para el caso de Estocolmo).

Por último, encontramos que el parámetro asociado al subsidio a la tarifa del transporte público es cercano a cero y no es estadísticamente significativo. Nuestro resultado es consistente con lo reportado en los trabajos de Vickrey (1980), Hay (1986), Robert and Jonsson (2006), Noland et al. (2006) y Hensher (2008); estos autores encuentran que la demanda por transporte público no se ve afectada por la presencia de una tarifa subsidiada. De esto se desprende que la demanda por transporte público es muy inelástica. En este sentido, el estudio de Steg (2005) revela que el uso del automóvil no está motivado sólo por razones funcionales, sino que también tiene importantes funciones simbólicas y afectivas. Esto, sin duda, implica que el uso del auto tiene un valor muy superior a cualquier subsidio que pudiese recibir por viajar en transporte público. En forma similar, Dargay (2007) concluye que el usuario de automóvil es insensible a cambios en los costos relativos de transporte, lo que es consistente con la evidencia empírica de que el subsidio a la tarifa del transporte público no es suficiente para producir un cambio de modo a los usuarios del automóvil.

Las Tablas 2 a 4 muestran las estimaciones para los modelos con las otras tres variables dependientes. Las estimaciones son consistentes con los valores expuestos en la Tabla 1, mostrando que los resultados son bastante robustos a la especificación del modelo.

Los estimadores de la Tabla 2 indican que un aumento de 10% en la red de metro la proporción de viajes en transporte público aumentaría en un 1.4%. Imponer regulación al uso del automóvil, aumenta en promedio un 20% el uso del transporte público. Mientras, que al igual que en las estimaciones previas, un subsidio a la tarifa del transporte público no tiene efectos significativos sobre el uso de este.

**Tabla 2**

Dep. Variable	Ln(Trips) Model 1	Ln(Trips) Model 2	Ln(Trips) Model 3	Ln(Trips) Model 4
Ln(Population)	1.072** (0.104)	1.211** (0.072)	1.305** (0.091)	1.079** (0.094)
Ln(GDP/Pop.)	-0.132 (0.083)	-0.066 (0.081)	0.003 (0.099)	-0.208** (0.075)
Ln(Density)	0.181* (0.097)	0.103 (0.087)	0.112 (0.106)	0.199** (0.092)
Ln(Cars)	-0.265** (0.078)	-0.229** (0.074)	-0.314** (0.087)	-0.243** (0.075)
Ln(Kms)	0.291** (0.112)			0.251** (0.115)
Regulation		0.31** (0.141)		0.305* (0.18)
Subsidy			0.002 (0.004)	0.004 (0.003)
Constant	0.277 (1.89)	-1.077 (1.431)	-2.099 (1.714)	0.305* (0.18)
Observations	41	41	41	41
R <sup>2</sup>	0.91	0.90	0.89	0.92

Standar errors in parenthesis. \* indicates significance at the 10% level and \*\* at the 5% level.

Las estimaciones de la Tabla 3 también indican que hay un efecto marginal significativo del Metro y la regulación sobre el uso del transporte público, mientras que el subsidio no tiene mayor impacto. Sin embargo, los estimadores son más difíciles de interpretar en este caso.

Usando como variable dependiente los viajes en transporte privado, en vez de los viajes en transporte público, obtenemos resultados consistentes con los anteriores, como se muestra en la Tabla 4. Un aumento de 10% de la red de Metro produce una reducción de aproximadamente un 2% en el uso del automóvil, resultado que es conceptualmente similar al que se muestra en Bento et al. (2003). Esto apunta a la alta efectividad que tiene esta política de transporte para reducir los viajes en automóvil dentro de las ciudades. Las ciudades que implementaron una regulación al uso del automóvil tienen significativamente menor uso de este. Por último, el subsidio al transporte público no tiene efectos significativos sobre el uso del automóvil.

**Tabla 3**

Dep. Variable	Ln( $\pi/(1-\pi)$ )	Ln( $\pi/(1-\pi)$ )	Ln( $\pi/(1-\pi)$ )	Ln( $\pi/(1-\pi)$ )
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Ln(GDP/Pop.)	-0.421** (0.138)	-0.379** (0.105)	-0.3* (0.154)	-0.508** (0.144)
Ln(Density)	0.285** (0.141)	0.286** (0.142)	0.241 (0.187)	0.375** (0.142)
Ln(Cars)	-0.333** (0.161)	0.001 (0.145)	-0.029 (0.178)	-0.253* (0.154)
Ln(Kms)	0.649** (0.197)			0.528** (0.186)
Regulation		0.928** (0.349)		0.74* (0.412)
Subsidy			-0.002 (0.008)	0.006 (0.006)
Constant	3.494 (3.285)	1.292 (2.436)	1.518 (2.829)	0.74* (0.412)
Observations	41	41	41	41
R <sup>2</sup>	0.37	0.30	0.15	0.45

Standar errors in parenthesis. \* indicates significance at the 10% level and \*\* at the 5% level.

**Tabla 4**

Dep. Variable	Ln(Priv. Trips) Model 1	Ln(Priv. Trips) Model 2	Ln(Priv. Trips) Model 3	Ln(Priv. Trips) Model 4
Ln(Population)	0.885** (0.144)	0.794** (0.094)	0.689** (0.129)	0.883** (0.121)
Ln(GDP/Pop.)	0.163 (0.1)	0.109 (0.076)	0.046 (0.099)	0.212** (0.096)
Ln(Density)	-0.084 (0.093)	-0.062 (0.077)	-0.04 (0.104)	-0.134 (0.082)
Ln(Cars)	0.171 (0.124)	0.099 (0.107)	0.191 (0.132)	0.125 (0.112)
Ln(Kms)	-0.267** (0.122)			-0.196* (0.119)
Regulation		-0.429** (0.201)		-0.427* (0.241)
Subsidy			-0.001 (0.003)	-0.003 (0.003)
Constant	-1.109 (1.889)	0.465 (1.393)	1.205 (1.611)	-0.427* (0.241)
Observations	41	41	41	41
R <sup>2</sup>	0.82	0.83	0.79	0.85

Standar errors in parenthesis. \* indicates significance at the 10% level and \*\* at the 5% level.

En ninguna de las especificaciones expuestas en las Tablas anteriores, se encontró alguna relación estadísticamente significativa entre el subsidio y el uso de transporte público o privado. Este resultado es razonable, si se tiene en cuenta que un usuario habitual del automóvil gasta, en el largo plazo, en promedio sobre US\$20 diarios por usar su automóvil. Por lo tanto, el subsidio a la tarifa es un incentivo muy poco atractivo para cambiarse de modo. De hecho, la tarifa promedio del transporte público no es relevante para el usuario de automóvil, tal como se constata en Cox (2002). Consistente con este resultado, Robert y Jonsson (2006) encuentran que el subsidio al transporte público capta principalmente individuos que hacían sus viajes a pie o en bicicleta, y no usuarios habituales del automóvil.

#### 4. CONCLUSIONES

Usando análisis de regresión con datos de corte transversal para cuarenta y un ciudades del mundo, evaluamos el impacto que tienen tres diferentes políticas de transporte sobre el uso de transporte público y privado: aumento en la red de Metro, subsidio a la tarifa del transporte público, y regulación sobre el uso o posesión del automóvil. Controlando por variables socioeconómicas y demográficas de cada ciudad, como población, densidad, ingreso per cápita y tasa de motorización, formulamos diversas especificaciones de modelos econométricos para verificar la robustez de los resultados.

De los resultados concluimos, en primer lugar, que una política que incentiva el uso del transporte público es el aumento en la extensión de la red de Metro. En promedio, estimamos que aumentar un 10% la red de trenes urbanos genera un aumento de casi un 3% en el uso del transporte público y una reducción superior al 2% en el uso del automóvil.

En segundo lugar, observamos que una regulación efectiva en el uso y posesión del automóvil, como aquellas que consideran tarificación vial y gravámenes a específicos a la adquisición de automóviles, también generan un impacto positivo a favor del transporte público. En las ciudades en que existe una regulación efectiva al uso del automóvil, el uso de este medio de transporte se reduce en promedio entre un 20% y un 30%, y el transporte público aumenta en proporciones similares.

En tercer lugar, no encontramos evidencia que el subsidio a la tarifa del transporte público incentive su uso como alternativa al uso del automóvil, en línea con la evidencia previa sobre este tema. Esto no significa que se deban eliminar de los subsidios al transporte público, simplemente que los subsidios a la tarifa no reducen el uso del automóvil. Por otro lado, los subsidios también podrían usarse para financiar extensiones de la red de Metro, produciendo importantes efectos sobre el uso del transporte público y privado.

## REFERENCES

Ahlstrand, I. (2001). The politics and economics of transport investment and pricing in Stockholm. *Journal of Transport Economics and Policy*, 32, 437-485.

Altshuler, A., Womack, J. P. and Pucher, J. R. (1981). *The Urban Transportation System: Politics and Policy Innovation*. MIT Press, Cambridge, MA.

Baum-Snow, N. and Kahn, M. (2005). Effects of Urban Rail Transit Expansions: Evidence from Sixteen Cities, 1970–2000. *Brookings–Wharton Papers on Urban Affairs*, 1–60.

Beck, N. and Katz, J. N. (1995). What to do (and not to do) with Time-Series Cross-Section Data. *The American Political Science Review*, 89, 634-647.

Bento, A. M., Cropper, M., Mobarak, A. M. and Vinha, K. (2003). The Impact of Urban Spatial Structure on Travel Demand in the United States. *Review of Economics and Statistics*, 87, 466 – 478.

Bonnell, J. (1981). Transit's Growing Fiscal Crisis. *Traffic Quarterly*, 35, 541-556.

Cox, W. (2002). The Illusion of Transit Choice. *Veritas*, March, pp. 34-42.

Dargay, J. (2007). The effect of prices and income on car travel in the UK. *Transportation Research*, 41A, 949–960.

EMTA (2007). *Barometer of Public Transport in the European Metropolitan Areas in 2004*. European Metropolitan Transport Authorities.

EMTA (2009). Barometer of Public Transport in the European Metropolitan Areas in 2006. European Metropolitan Transport Authorities.

FTA (2007). Federal Transit Administration. National Transit Database, U.S. Department of Energy, U.S. Environmental Protection Agency.

GOL (2000). Road Charging Options for London: a Technical Assessment. ROCOL Report, Government Office for London, UK. (available from [www.go-london.gov.uk](http://www.go-london.gov.uk)).

Golias, J.C. (2002). Analysis of traffic corridor impacts from the introduction of the new Athens Metro system. *Journal of Transport Geography* 10 (2), 91–97.

Gwilliam, K., Masami, K. and Jonson, T. (2004). Reducing Air Pollution from Urban Transport. The World Bank.

Hamer, A.M. (1976). The selling of rail rapid transit: A critical look at urban transportation planning. Lexington, MA: Lexington Books.

Hay, A. (1986). The impact of subsidised low-fare public transport on travel behaviour, *Environment & Planning C: Government and Policy*, 4, 233-246.

Henry, L. and Litman, T. (2006), Evaluating New Start Transit Program Performance: Comparing Rail And Bus, Victoria Transport Policy Institute ([www.vtpi.org](http://www.vtpi.org)); at [www.vtpi.org/bus\\_rail.pdf](http://www.vtpi.org/bus_rail.pdf)

Hensher, D. A. (2008). Climate change, enhanced greenhouse gas emissions and passenger transport – What can we do to make a difference? Transportation Research Board, 86th Annual Meeting, 13, 95-111.

Hilton, G. W. (1974). Federal Transit Subsidies. American Enterprise Institute for Public Policy Research, Washington.

Jaensirisak, S. (2003). Urban road pricing: from theory to practice. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 4, October.

Karlaftis, M. G. and McCarthy, P. (1998). Operating subsidies and performance in public transit: an empirical study. *Transportation Research*, 32A, 359-375.

Kenworthy, J. and Laube, F. (2001) The Millennium Cities Database for Sustainable Transport, Brussels: International Union of Public Transport (UITP).

Knowles, R., 1996. Transport impacts of Greater Manchester's Metrolink light rail system. *Journal of Transport Geography*, 4, 1–14.

Larsen, O.I. (1995). The toll cordons in Norway: an overview. *Journal of Transport Geography*, 3, 187-197.



Litman, T. (2005), Land Use Impacts on Transportation, Victoria Transport Policy Institute ([www.vtpi.org](http://www.vtpi.org)); at [www.vtpi.org/landtravel.pdf](http://www.vtpi.org/landtravel.pdf)

Litman, T. (2009). Rail Transit In America: A Comprehensive Evaluation of Benefits. Victoria Transport Policy Institute. <http://www.vtpi.org/railben.pdf>

Luk, J. (1999). Electronic road pricing in Singapore, *Road & Transport Research*, 8, 28-40.

McCarthy, P. and Tay, R. (1993). Economic efficiency VS traffic restraint: a note on Singapore's Area License Scheme, *Journal of Urban Economics*, 34, 96-100.

Meland, S. and Polak, J. (1993). Impact of the Trondheim toll ring on travel behavior: some preliminary findings, *Proceedings 21st PTRC Summer Annual Meeting: Seminar F*, 103-115.

Meyer, J. and Gómez-Ibáñez, J.A. (1981). *Autos, Transit, and Cities*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Menon, A.P.G. (2000). EPR in Singapore-a perspective one year on, *Traffic Engineering and Control*, 41, 40-44.

Monzón, A. (2000). Travel demand impacts of a new privately operated suburban rail in the Madrid N-III corridor. *European Transport Research Conference*. 7-11 September. Cambridge, UK.

MVA (2005). *World Cities Research*. Commission for Integrated Transport. Prepared by MVA in association with Jeff Kenworthy, Murdoch University, Australia.

Neff, J. (1996), *Travel Distance Substitution Rates Between Automobile Users and Transit Patrons*. *Papers and Proceedings of the Applied Geography Conferences*, Vol. 19.

Newman, P. and Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and Cities; Overcoming Automobile Dependency*, Island Press. [www.islandpress.org](http://www.islandpress.org)

Noland, R. B., Cowart, W. A., and Fulton, L. M. (2006). Travel demand policies for saving oil during a supply emergency. *Energy Policy*, 34, 2994-3005.

Parry, I. W. H. and Small, K. A. (2009). Should Urban Transit Subsidies Be Reduced? *American Economic Review*, 99, 700-724.

Patisson, T. (2000). *Jane's Urban Transport Systems*. 19th Edition.

Phillipson, M. and Willis, D. (1990). Free Public Transport for All? in 15<sup>th</sup> Australasian Transport Research Forum, 623-640.

Plümper, T. and Troeger, V. E. (2007). Efficient Estimation of Time-Invariant and Rarely Changing Variables in Finite Sample Panel Analyses with Unit Fixed Effects. *Political Analysis*, 15, 124-139.

Pucher, J., Markstedt, R. and Hirschman, I. (1983). Impacts of subsidies on the costs of public transport. *Journal of Transport Economics and Policy*, 17, 155-176.

Robert, M. and Jonsson, R. D. (2006). Assessment of transport policies toward future emission targets: A backcasting approach for Stockholm 2030, *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 8, 451-478.

Schumann, J. (2005). Assessing Transit Changes in Columbus, Ohio, and Sacramento, California: Progress and Survival in Two State Capitals, 1995-2002. *Transportation Research Record 1930, Transit: Intermodal Transfer Facilities, Rail, Commuter Rail, Light Rail, and Major Activity Center Circulation Systems*, Transportation Research Board ([www.trb.org](http://www.trb.org)), pp. 62-67.

Steg, L. (2005). Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use. *Transportation Research*, 39A, 147-162.

Vickrey, W. (1980) Optimal transit subsidy policy. *Transportation*, 9, 389-409

Vuk, G. (2005). Transport impacts of the Copenhagen Metro. *Journal of Transport Geography*, 13, 223-233.

Webber, M. (1976). The BART experience: What have we learned? *The Public Interest*, 45, 79-108.

Wilson, P.W. (1988) Welfare effects of congestion pricing in Singapore. *Transportation*, 15, 191-210.

Winston, C. and Langer, A. (2004), The Effect of Government Highway Spending on Road Users' Congestion Costs, Brookings Institute. [www.brookings.edu](http://www.brookings.edu)

## **APPENDIX – Data and Information Sources**

Altshuler, A., Womack, J. P. and Pucher, J. R. (1981). *The Urban Transportation System: Politics and Policy Innovation*. MIT Press, Cambridge, MA.

Baum-Snow, N. y Kahn, M. (2005). *Effects of Urban Rail Transit Expansions: Evidence from Sixteen Cities, 1970–2000*. Brookings–Wharton Papers on Urban Affairs, 1–60.

Beck, N. and Katz, J. N. (1995). What to do (and not to do) with Time-Series Cross-Section Data. *The American Political Science Review*, 89, 634-647.

Bento, A. M., Cropper, M., Mobarak, A. M. and Vinha, K. (2003). The Impact of Urban Spatial Structure on Travel Demand in the United States. *Review of Economics and Statistics*, 87, 466 – 478.

Bonnell, J. (1981). Transit's Growing Fiscal Crisis. *Traffic Quarterly*, 35, 541-556.

BTRE (2002). *Greenhouse policy options for transport*. Bureau of Transport and Regional Economics, Australia.

Cox, W. (2002). The Illusion of Transit Choice. *Veritas*, March, pp. 34-42.

Dargay, J. (2007). The effect of prices and income on car travel in the UK. *Transportation Research*, 41A, 949–960.

EMTA (2007). *Barometer of Public Transport in the European Metropolitan Areas in 2004*. European Metropolitan Transport Authorities.

EMTA (2009). *Barometer of Public Transport in the European Metropolitan Areas in 2006*. European Metropolitan Transport Authorities.

FTA (2007). *Federal Transit Administration. National Transit Database*, U.S. Department of Energy, U.S. Environmental Protection Agency.

GOL (2000). *Road Charging Options for London: a Technical Assessment*. ROCOL Report, Government Office for London, UK. (available from [www.go-london.gov.uk](http://www.go-london.gov.uk)).

Golias, J.C. (2002). Analysis of traffic corridor impacts from the introduction of the new Athens Metro system. *Journal of Transport Geography* 10 (2), 91–97.

Gwilliam, K., Masami, K. and Jonson, T. (2004). *Reducing Air Pollution from Urban Transport*. The World Bank.

Hamer, A.M. (1976). *The selling of rail rapid transit: A critical look at urban transportation planning*. Lexington,MA: Lexington Books.

- Hensher, D. A. (2008). Climate change, enhanced greenhouse gas emissions and passenger transport – What can we do to make a difference? Transportation Research Board, 86th Annual Meeting, 13, 95-111.
- Hilton, G. W. (1974). Federal Transit Subsidies. American Enterprise Institute for Public Policy Research, Washington.
- Henry, L. and Litman, T. (2006), Evaluating New Start Transit Program Performance: Comparing Rail And Bus, Victoria Transport Policy Institute ([www.vtpi.org](http://www.vtpi.org)); at [www.vtpi.org/bus\\_rail.pdf](http://www.vtpi.org/bus_rail.pdf)
- Jaensirisak, S. (2003). Urban road pricing: from theory to practice. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, October.
- Karlaftisa, M. G. and McCarthy, P. (1998). Operating subsidies and performance in public transit: an empirical study. Transportation Research, 32A, 359-375.
- Kenworthy, J. and Laube, F. (2001) The Millennium Cities Database for Sustainable Transport, Brussels: International Union of Public Transport (UITP).
- Knowles, R., 1996. Transport impacts of Greater Manchester's Metrolink light rail system. Journal of Transport Geography, 4, 1-14.
- Larsen, O.I. (1995). The toll cordons in Norway: an overview. Journal of Transport Geography, 3, 187-197.
- Litman, T. (2005), Land Use Impacts on Transportation, Victoria Transport Policy Institute ([www.vtpi.org](http://www.vtpi.org)); at [www.vtpi.org/landtravel.pdf](http://www.vtpi.org/landtravel.pdf)
- Litman, T. (2009). Rail Transit In America: A Comprehensive Evaluation of Benefits. Victoria Transport Policy Institute. <http://www.vtpi.org/railben.pdf>
- Luk, J. (1999). Electronic road pricing in Singapore, Road & Transport Research, 8, 28-40.
- McCarthy, P. and Tay, R. (1993). Economic efficiency VS traffic restraint: a note on Singapore's Area License Scheme, Journal of Urban Economics, 34, 96-100.
- Meland, S. and Polak, J. (1993). Impact of the Trondheim toll ring on travel behaviour: some preliminary findings, Proceedings 21st PTRC Summer Annual Meeting: Seminar F, 103-115.
- Menon, A.P.G. (2000). EPR in Singapore-a perspective one year on, Traffic Engineering and Control, 41, 40-44.
- Meyer, J. and Gomez-Ibanez, J.A. (1981). Autos, Transit, and Cities. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Monzon, A. (2000). Travel demand impacts of a new privately operated suburban rail in the Madrid N-III corridor. European Transport Research Conference. 7–11 September. Cambridge, UK.

MVA (2005). World Cities Research. Commission for Integrated Transport. Prepared by MVA in association with Jeff Kenworthy, Murdoch University, Australia.

Neff, J. (1996), Travel Distance Substitution Rates Between Automobile Users and Transit Patrons. Papers and Proceedings of the Applied Geography Conferences, Vol. 19.

Newman, P. and Kenworthy, J. (1999). Sustainability and Cities; Overcoming Automobile Dependency, Island Press. [www.islandpress.org](http://www.islandpress.org)

Noland, R. B., Cowart, W. A., and Fulton, L. M. (2006). Travel demand policies for saving oil during a supply emergency. Energy Policy, 34, 2994-3005.

Parry, I. W. H. and Small, K. A. (2009). Should Urban Transit Subsidies Be Reduced? American Economic Review, 99, 700-724.

Pattison, T. (2000). Jane's Urban Transport Systems. 19th Edition.

Phillipson, M. and Willis, D. (1990). Free Public Transport for All? in 15<sup>th</sup> Australasian Transport Research Forum, 623-640.

Plümper, T. and Troeger, V. E. (2007). Efficient Estimation of Time-Invariant and Rarely Changing Variables in Finite Sample Panel Analyses with Unit Fixed Effects. Political Analysis, 15, 124–139.

Pucher, J., Markstedt, R. and Hirschman, I. (1983). Impacts of subsidies on the costs of public transport. Journal of Transport Economics and Policy, 17, 155-176.

Robert, M. and Jonsson, R. D. (2006). Assessment of transport policies toward future emission targets: A backcasting approach for Stockholm 2030, Journal of Environmental Assessment Policy and Management, 8, 451-478.

Schumann, J. (2005). Assessing Transit Changes in Columbus, Ohio, and Sacramento, California: Progress and Survival in Two State Capitals, 1995-2002. Transportation Research Record 1930, Transit: Intermodal Transfer Facilities, Rail, Commuter Rail, Light Rail, and Major Activity Center Circulation Systems, Transportation Research Board ([www.trb.org](http://www.trb.org)), pp. 62-67.

Steg, L. (2005). Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use. Transportation Research, 39A, 147-162.

Vuk, G. (2005). Transport impacts of the Copenhagen Metro. Journal of Transport Geography, 13, 223-233.

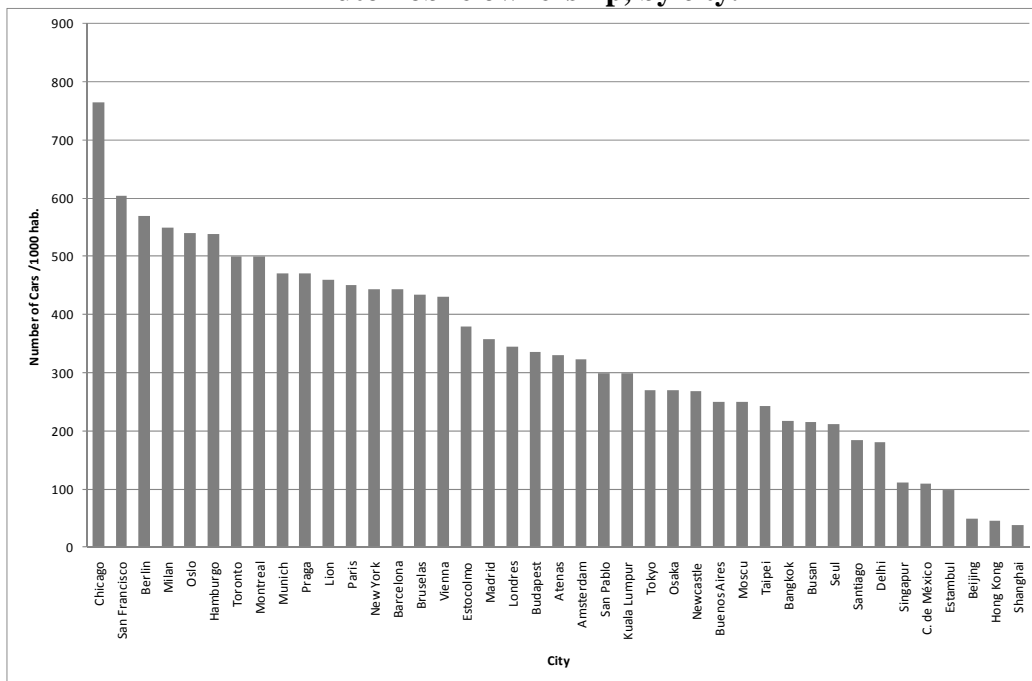
Webber, M. (1976). The BART experience: What have we learned? The Public Interest, 45, 79-108.

Wilson, P.W. (1988) Welfare effects of congestion pricing in Singapore. *Transportation*, 15, 191-210.

Winston, C. and Langer, A. (2004), *The Effect of Government Highway Spending on Road Users' Congestion Costs*, Brookings Institute. [www.brookings.edu](http://www.brookings.edu)

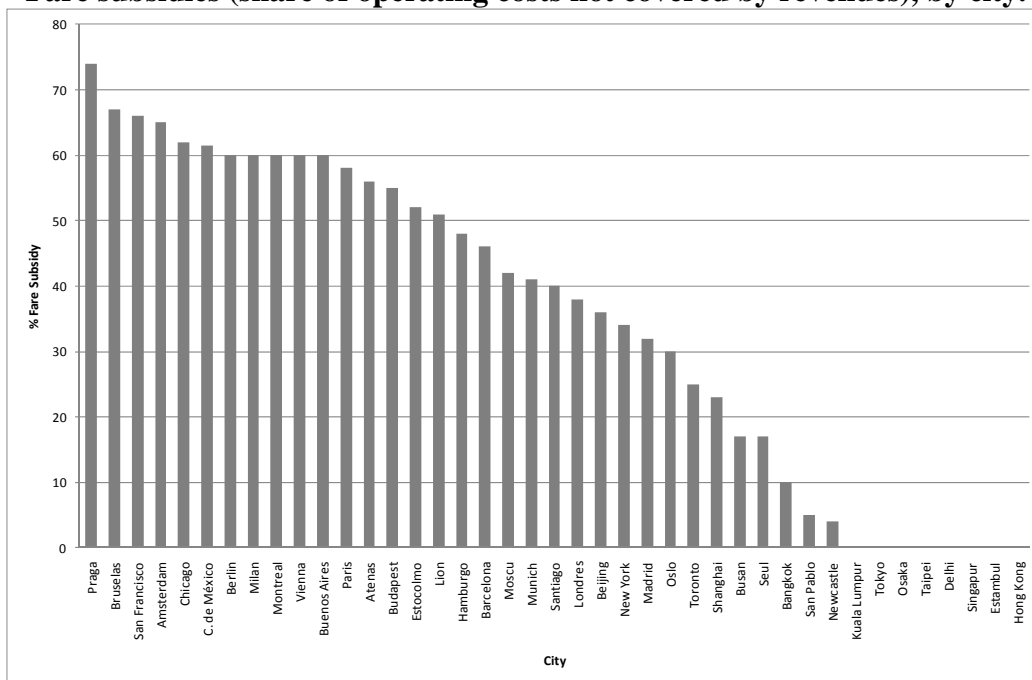
## ANEXO. Datos y fuentes de información.

### Automobile ownership, by city.



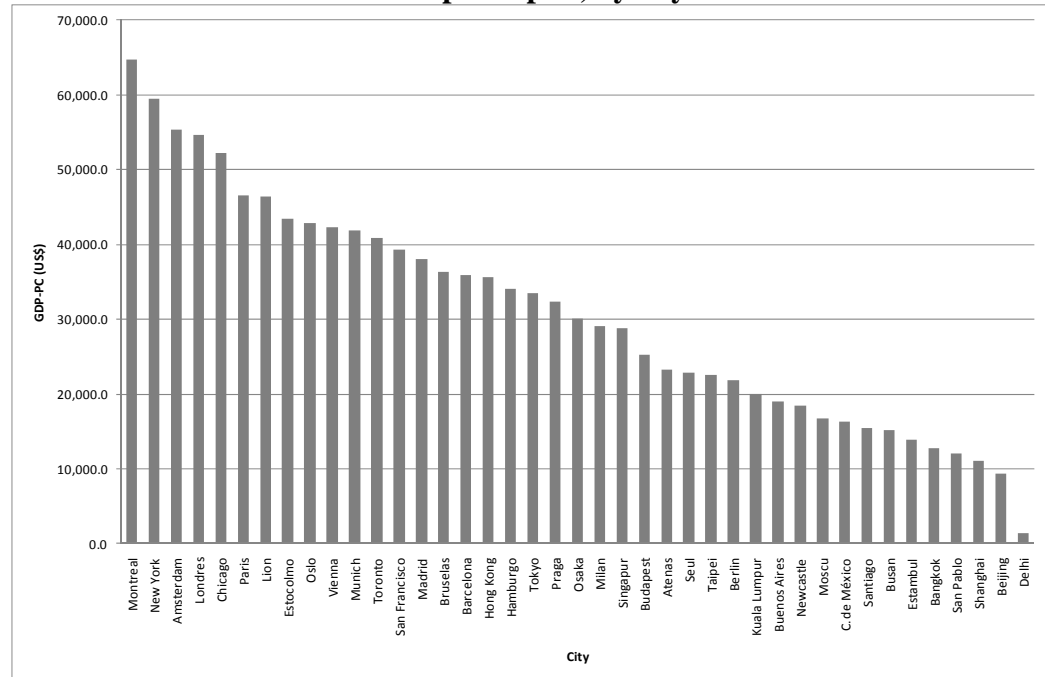
Sources: Millennium Cities Database (Kenworthy, J. and Laube, F., 2001), EMTA (2007, 2009), MVA (2005), Patisson (2000), Bristol City Council, Transport Statistics Bulletin (UK Dept. for Transport website).

### Fare subsidies (share of operating costs not covered by revenues), by city.



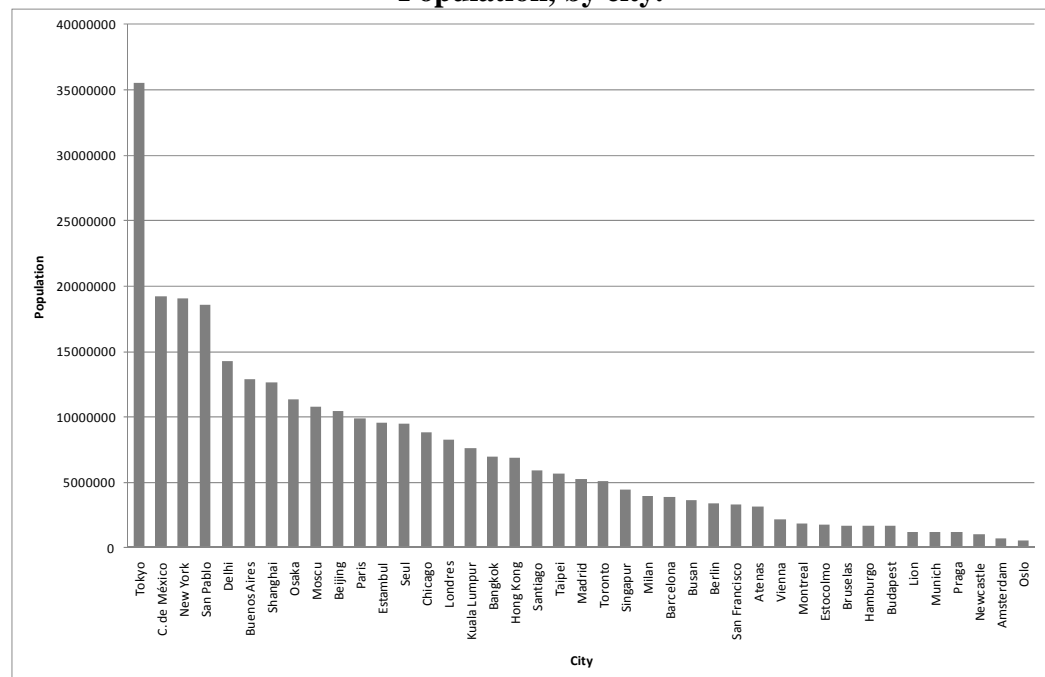
Source: Jane's Urban Transport Systems 2000-2001, FTA (2007), EMTA (2007, 2009), MVA (2005) and other official websites of relevant organizations.

### GDP per capita, by city.



Source: Derived from data obtained at various official websites of relevant organizations.

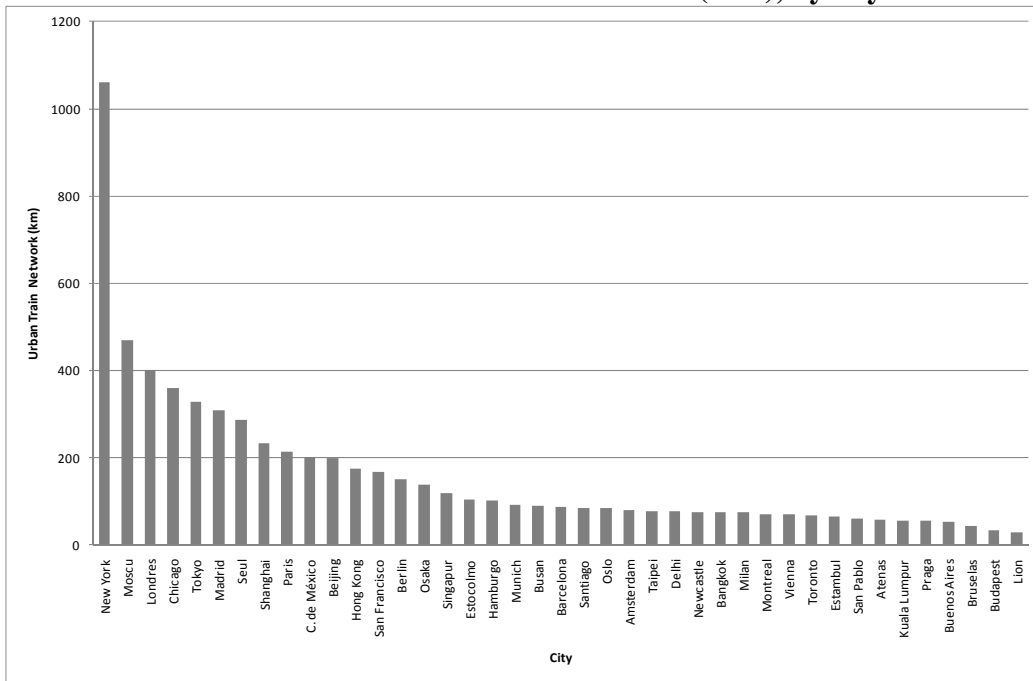
### Population, by city.



Source: Derived from data obtained at various official websites of relevant organizations.

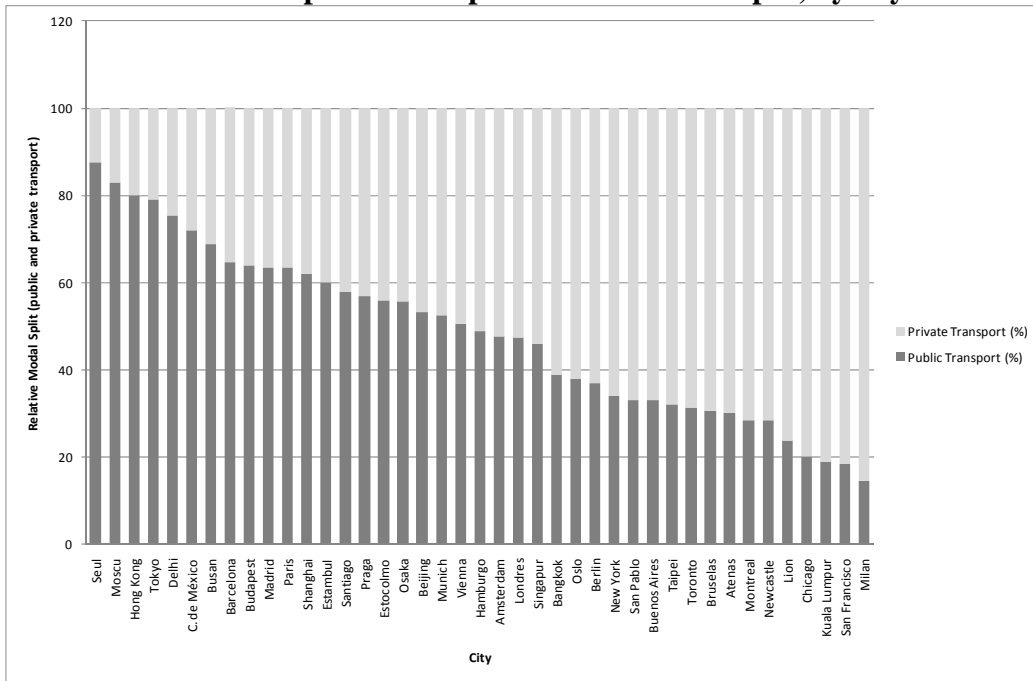


### Urban metro or rail network extension (kms), by city.



Source: Derived from data obtained at various official websites of relevant organizations.

### Private and public transport relative modal split, by city.



Sources: Millennium Cities Database (Kenworthy, J. and Laube, F., 2001), EMTA (2007, 2009), MVA (2005), Patisson (2000), Bristol City Council, Transport Statistics Bulletin (UK Dept. for Transport website) and other official websites of relevant organizations.