

Capitalización Heterogénea de un Bien Semipúblico:

El Metro de Santiago¹

Claudio Agostini² Gastón Palmucci³

Resumen

Este trabajo utiliza una base de datos única para estudiar la valorización del entorno que genera el metro de Santiago en el precio de las viviendas. Utilizando una metodología que combina regresiones hedónicas con la estimación de estimadores de diferencia simple, se estima el grado de capitalización del acceso a la red de metro en el precio de los departamentos y se investigan las diferencias por línea de servicio, en el grado de capitalización en el precio de los departamentos para una comuna particular.

Los resultados muestran un efecto importante de capitalización para las líneas del metro de Santiago. Los departamentos localizados en el área de influencia del metro presentan un mayor valor promedio de 8,84%, 27,16% y 6,72% para las Líneas 1, 2 y 5 respectivamente. Adicionalmente, los resultados muestran que la distribución del grado de capitalización al interior de una comuna no es uniforme, sino que depende de dos características: la distancia a la estación y la línea de metro que provee el servicio. Es así que en la comuna de Providencia las viviendas dentro del área de influencia de la Línea 1 y 5 presentan un mayor valor del orden de 12,2% y 4,1% respectivamente, mientras que en la comuna de Santiago las viviendas localizadas dentro del área de influencia de las Líneas 1, 2 y 5 del metro presentan un mayor valor del orden de 16,9%, 10,2% y 11,6% respectivamente.

Palabras Clave: Metro, Valor Departamentos, Capitalización Diferenciada

Clasificación JEL: H54, R21, R53

¹ Los autores agradecen la información proporcionada por la empresa *Mapcity S.A.*

² Departamento de Economía, Ilades-Universidad Alberto Hurtado, Erasmo Escala 1835, Santiago, Chile. Tel. (562)6920265. Fax: (562)6920303. E-mail: agostini@uahurtado.cl

³ Tribunal de Defensa de la Libre Competencia. E-mail: gpalmucci@tdlc.cl

1. Introducción

En general, las viviendas que por su ubicación tienen mejores accesos tienen un valor de mercado superior respecto a viviendas de características similares pero con malos accesos. Este diferencial de precios se debe, principalmente, a los menores costos de transporte hacia los principales mercados laborales y comerciales de una ciudad. De esta forma, uno de los efectos que la teoría de bienes públicos predice respecto a los beneficios de las facilidades y servicios públicos de transporte, es que estos se capitalizan total o parcialmente en el precio de los terrenos y las viviendas.

A pesar de las predicciones teóricas, la literatura empírica no muestra una relación consistente entre la proximidad a la facilidad de transporte y el valor de las propiedades. Por un lado, los estudios de Debrezion, Pels y Rietveld (2003), Dewees (1976), Grass (1992), Bajic (1983), Voith (1991) y Al-Mosaind et al. (1993) encuentran efectos positivos para tren y metro en distintas ciudades de Estados Unidos y Canadá. Por otro lado, los estudios de Dornbusch (1975), Armstrong (1994), Bowes y Ihlanfeldt (2001) muestran efectos negativos para el tren. Por último, Gatzlaff et al. (1993) no encuentran evidencia de que exista algún efecto en el caso del anuncio de un nuevo sistema de trenes de Miami.

La mayoría de los trabajos teóricos y empíricos asumen que los impactos de las facilidades y servicios públicos de transporte son uniformes en el área de servicio. Sin embargo, es posible considerar que distintos individuos tienen distinta valoración por las distintas características de un servicio de transporte público, en cuyo caso sus impactos no se distribuirían de manera uniforme a lo largo de la zona de servicio. De esta forma, la heterogeneidad de las preferencias por bienes públicos, las distintas calidades de servicio⁴, las características socioeconómicas de los individuos y la escasez relativa de cada uno de los atributos del servicio, implican impactos diferenciales en el valor de las propiedades.

⁴ En el caso del Metro de Santiago hay algunas diferencias importantes en la calidad del servicio que ofrece cada una de las líneas. En las horas punta, por ejemplo, los trenes pasan cada 97 segundos en la línea 1, 148 segundos en la línea 2 y 122 segundos en la línea 5, lo cual implica tiempos de espera distintos dependiendo de la línea que esté más cercana a la vivienda. Por otro lado, en las horas punta la densidad es de 5,1 pasajeros por m² en la línea 1, de 4,7 pasajeros en la línea 2 y de 4,5 pasajeros en la línea 5 (Metro de Santiago, Memoria Anual 2005)..

En el caso de la ciudad de Santiago de Chile, el metro constituye una de las inversiones más importantes en materia de infraestructura pública de transporte. Actualmente, las cuatro líneas en funcionamiento cuentan con 90 estaciones, más de 85 km. de rieles y satisfacen una demanda de 1.190.000 viajes diarios. Dentro de la red de Metro actualmente en funcionamiento, las líneas 1, 2 y 5 ya se encuentran completamente consolidadas con más de 10 años de operación, lo cual permite utilizar una metodología de precios hedónicos para estimar la capitalización del Metro en el valor de las viviendas.

Este trabajo tiene dos objetivos. En primer lugar, identificar el grado de capitalización de las líneas 1, 2 y 5 del metro en el precio de las propiedades. En segundo lugar, identificar y cuantificar la presencia de heterogeneidad en el grado de capitalización entre comunas. Específicamente, en este caso el objetivo es determinar empíricamente si dos viviendas localizadas a una misma distancia de la estación de metro y con idénticos atributos estructurales, dada la comuna y la línea de servicio, presentan el mismo grado de capitalización del metro o no.

En particular, utilizando una base de datos única, con precios de mercado efectivos para las viviendas, y una metodología de regresiones hedónicas, este trabajo estudia las diferencias en el grado de capitalización del acceso para las líneas 1, 2 y 5 de la red del metro de Santiago en el precio de las viviendas.

Los resultados muestran un efecto importante de capitalización para las líneas del metro de Santiago. Los departamentos localizados en el área de influencia del metro presentan un mayor valor promedio de 8,84%, 27,16% y 6,72% para las Líneas 1, 2 y 5 respectivamente. Adicionalmente, los resultados muestran que la distribución del grado de capitalización al interior de una comuna no es uniforme, sino que depende de dos características: la distancia a la estación y la línea de metro que provee el servicio. Es así que en la comuna de Providencia las viviendas dentro del área de influencia de la Línea 1 y 5 presentan un mayor valor del orden de 12,2% y 4,1% respectivamente, mientras que en la comuna de Santiago las viviendas localizadas dentro del área de influencia de las Líneas 1, 2 y 5 del metro presentan un mayor valor del orden de 16,9%, 10,2% y 11,6% respectivamente.

El resto del artículo continúa de la siguiente manera: en la sección 2 se realiza una breve descripción del metro en la ciudad de Santiago; en la sección 3 se presenta un modelo simple de

capitalización; en la sección 4 se discute la identificación del efecto del metro en el valor de las viviendas; en la sección 5 se describen los datos utilizados; en la sección 7 se presentan y discuten los resultados empíricos; y la sección 8 concluye.

2. El Metro de Santiago

En el año 1969 se diseñó para Santiago una red de metro como eje articulador del sistema de transporte de la ciudad. Dicho plan tenía 7 líneas de metro que se construirían de acuerdo a la evolución de la demanda. En 1975 comenzó a funcionar el primer tramo Moneda – San Pablo, correspondiente a la Línea 1. Posteriormente, la Línea 1 se extendió hasta la Escuela Militar en 1980 y se construyeron las líneas 2 y 5, que comenzaron a operar en 1987 y 1997 respectivamente. Estas 3 líneas de la red tienen 49,6 kms. de rieles, 60 estaciones y en el año 2005 se realizaron 979.652 viajes diarios en promedio durante los días laborales.

Posteriormente, en Mayo de 2001, el gobierno anunció un nuevo plan de inversiones para solucionar los problemas de transporte urbano en la ciudad de Santiago. Este plan, denominado Transantiago, consiste en la reorganización del sistema de transporte público a través de un sistema integrado de transporte que incluye nuevos buses, vías segregadas para buses y que tiene como eje estructural la red de metro.⁵

Al tener el metro un rol primordial como articulador del nuevo sistema de transporte, el plan Transantiago considera inversiones importantes para mejorar y extender la red. Las inversiones en la red de metro, en el corto plazo, consistieron en extender las Líneas 2 y 5⁶ y en construir la línea 4.⁷ Las extensiones de las líneas 2 y 5, se encuentran en operación desde el cuarto y el primer trimestre del año 2004 respectivamente, y la línea 4 comenzó a operar parcialmente el cuarto trimestre del año 2005 y completamente el tercer trimestre del 2006.

⁵ La meta del gobierno con el plan Transantiago es la generación de un sistema de transporte eficiente que reduzca los niveles de congestión vehicular y contaminación atmosférica. Adicionalmente, al usar en forma integrada todos los modos de movilización pública disponibles, se espera mejorar la calidad del servicio para los usuarios.

⁶ Los proyectos de extensión de la “Línea 2” (Norte y Sur y Extensión Recoleta) y de la “Línea 5” cuentan con 11,9 kilómetros de rieles y 11 estaciones de metro.

⁷ La “Línea 4” (Tobalaba–Vespucio–Puente Alto) cuenta con 33 kilómetros de rieles y se divide en un tramo principal y uno secundario. Las proyecciones de demanda son de un aumento en la afluencia media diaria en la red de metro del orden de los 324.000 pasajeros, es decir un 34,7% de los viajes actuales.

Por último, el 15 de noviembre de 2005 el gobierno anunció la extensión de la línea 1 hasta Los Dominicos y, además, la construcción de una nueva línea hasta la comuna de Maipú. Las nuevas obras requerirán una inversión aproximada de 900 millones de dólares. El proyecto de extensión de la línea 1 cuenta con 4 kilómetros rieles y 4 nuevas estaciones. El proyecto Línea Maipú cuenta con 13,5 kilómetros de rieles y 13 estaciones. La demanda proyectada para estos nuevos proyectos es del orden de 254.000 pasajeros por día.

3. Bienes Públicos, Costos de Transporte y el Valor de una Vivienda

La disposición a pagar de un consumidor por una vivienda depende tanto de las características de la vivienda como de su ubicación. La ubicación tiene un efecto importante fundamentalmente por dos razones: el acceso a bienes públicos locales y los costos de transporte.

En primer lugar, la ubicación de una vivienda determina el nivel de bienes públicos locales que pueden consumir sus residentes. Dada sus características, el precio de mercado de una vivienda refleja la valoración marginal a pagar de todos los potenciales compradores de viviendas en el área de acceso a un conjunto de bienes públicos (Yinger (1982), Rubinfeld (1987)). El grado de heterogeneidad en las preferencias por los bienes públicos locales determina el grado de capitalización, pero la evidencia empírica muestra que su valorización promedio tiende a capitalizarse en forma importante en el precio de las viviendas.⁸

En segundo lugar, la ubicación de una vivienda determina los costos de transporte en que deben incurrir sus residentes para trasladarse a sus lugares de trabajo, estudio y consumo. Dadas las características de una vivienda y el nivel de bienes públicos a los que tienen acceso sus residentes, su precio de mercado refleja el tiempo y la distancia a los principales mercados laborales y de intercambio de bienes en una ciudad (Von Thünen (1863), Alonso (1964), Mills (1967) y Muth (1969)).

El metro constituye un bien semi-público que reduce los costos de traslado hasta los principales centros de trabajo y comercio de la ciudad de Santiago. Por las dos razones mencionadas, uno de los efectos esperados es que la demanda por viviendas se concentre en las zonas geográficas cercanas a las líneas del metro. Dado que la oferta de terrenos en el área relevante está fija en el largo plazo, el aumento de la demanda debería traducirse en un aumento en el valor de las tierras y viviendas cercanas a las líneas de metro. Dicho aumento debería ser función de la distancia entre las viviendas y terrenos y las nuevas estaciones del metro.

⁸ Ver por ejemplo Gramlich y Rubinfeld (1982).

Al igual que en el caso de una demanda por un bien privado con algún grado de diferenciación horizontal, la heterogeneidad de las preferencias y características individuales determina distintas disposiciones a pagar por el bien. En el caso del metro de Santiago, existen además componentes de diferenciación vertical entre las distintas líneas, ya que los tiempos de espera y la densidad de pasajeros varían en forma importante entre las distintas líneas. Como resultado de estos componentes de diferenciación, el grado de capitalización de un bien semi-público como el metro debiera variar fuertemente entre grupos de individuos con distintas características. Si bien no existen datos que permitan observar las distintas características individuales de los propietarios de las viviendas, la teoría de Tiebout respecto a la localización espacial de los individuos de acuerdo a sus preferencias por bienes públicos locales, permite considerar empíricamente un grado de capitalización diferenciada por comunas.

3.1. Un Modelo Simple de Capitalización Diferencial

En esta sección presentamos un modelo, adaptado de Rosen (1974), para mostrar la existencia de diferencias en el grado de capitalización del acceso explícitamente.

Definamos la función de oferta de viviendas como:

$$\delta = \delta(z_i, t) \tag{1}$$

donde z_i es un vector de atributos de la propiedad y t es el tiempo. La oferta de propiedades con determinados atributos estructurales y de localización para un momento de tiempo está fija.

Por otra parte, definamos la función de demanda del individuo, θ , como el valor máximo que está dispuesto a pagar por una vivienda de atributos z_i , esto es:

$$\theta = \theta(z_i; I, \alpha) \tag{2}$$

donde z_i representa el vector de atributos de la propiedad, I es el ingreso del individuo y α representa las preferencias del mismo.

Derivando respecto de z_i obtenemos la disposición marginal a pagar por el atributo i , esto es:

$$\partial\theta/\partial z_i = \theta_{z_i}(z_i; I, \alpha) \quad (3)$$

Como puede observarse en la ecuación (3) la disposición marginal a pagar por el atributo i depende del nivel de ingreso y de las preferencias del individuo, $\partial^2\theta/\partial z_i\partial I = \theta_{z_i I}(z_i; I, \alpha)$ y $\partial^2\theta/\partial z_i\partial\alpha = \theta_{z_i\alpha}(z_i; I, \alpha)$. Dada una combinación particular de atributos, si permitimos que varíe el nivel de ingreso o las preferencias obtenemos una distribución para la disponibilidad marginal a pagar por el atributo i . En consecuencia, dado que la oferta de atributos para un momento en el tiempo es fija, las diferencias en las preferencias y en los ingresos de los individuos implican diferencias en el grado de capitalización del acceso en el precio de las viviendas. En equilibrio, se observa una segmentación del mercado inmobiliario acorde a las preferencias e ingresos de los agentes económicos (Tiebout, 1956).

Este modelo simple nos entrega una predicción empíricamente testeable; dos viviendas idénticas, localizadas a una misma distancia de la facilidad de transporte y de los mercados relevantes en términos de desplazamientos no necesariamente presentan el mismo grado de capitalización del acceso a dicha facilidad.

Es importante destacar que la evidencia empírica en la literatura económica, tal como lo predice la teoría, muestra que es importante incluir como determinantes del precio de una vivienda las características de la vivienda (número de habitaciones, antigüedad, metros cuadrados, etc.), las características del vecindario (tasa de criminalidad, ingreso promedio, calidad de las escuelas cercanas, etc.), y el paquete fiscal de impuestos a la propiedad y bienes públicos provistos localmente (recolección de basura, protección policial, hospitales, etc.).⁹

En términos generales, la ecuación de precios de vivienda a estimar es el siguiente:

$$P(i) = \delta + \pi X(i) + \delta L(i) + \tau D(i) + \varepsilon(i) \quad (4)$$

donde la variable dependiente $P(i)$ es el precio de venta de la propiedad i , $X(i)$ una matriz de atributos estructurales de la vivienda (incluidos superficie, número de baños y dormitorios, etc.), $L(i)$ es una matriz que recoge características del entorno y de localización distintos del acceso a

⁹ Ver por ejemplo Vesalli, (1996) y Gibbons y Machin (2005).

medios de transporte masivo (bienes públicos locales, áreas verdes, centros comerciales, colegios y escuelas, clínicas y hospitales), $D(i)$ es una matriz que recoge variables relevantes desde el punto de vista del acceso a servicios de transporte y, por último, $\varepsilon(i)$ es el término del error.

La estimación de la ecuación (4) es equivalente a una regresión de precios hedónicos (Rosen (1974), Bartik (1979) y Freeman (1979)), que captura la valoración media que otorgan los consumidores a cada característica particular de la vivienda y su entorno.¹⁰

4. Identificación

Una estimación de precios hedónicos como la ecuación (4), permite estimar la valoración marginal promedio de los consumidores por el acceso al metro. Para ello basta con definir la matriz D como la distancia o el tiempo de desplazamiento a la estación de metro más cercana. De esta forma, es posible identificar la capitalización del acceso, estimando como varía el precio de la vivienda al aumentar la distancia a la estación de metro o estimando la diferencia en precio de las viviendas que se encuentran dentro del área de influencia del metro respecto de aquellas que no. Este ejercicio permite identificar el impacto de la facilidad de transporte en el precio de las viviendas.

Tal como se señaló previamente, uno de los objetivos de este trabajo consiste en identificar el grado de capitalización del metro de Santiago en el precio de las viviendas. Para ello se realizan dos ejercicios empíricos relevantes. El primero, permite identificar diferencias en el grado de capitalización por línea de servicio del metro. El segundo, permite identificar diferencias en el grado de capitalización por comuna y al interior de la misma por línea de servicio.

Para efectos de discutir la identificación del impacto del metro en el precio de las viviendas, consideremos primero el caso de una única línea. Definamos la vivienda i localizada a una distancia razonable (caminable) de desplazamiento hasta la estación del metro y la vivienda j fuera de la influencia del área del metro. Si ocurre algún grado de capitalización, después de

¹⁰ En equilibrio, los coeficientes estimados para una característica pueden interpretarse como la disponibilidad a pagar por un incremento marginal de dicha característica.

haber controlado por todos los otros factores relevantes, observaríamos que el precio de una vivienda i es superior al precio de la vivienda j . Para cuantificar el valor de la externalidad que genera el trazado de la línea del metro sobre el precio de una vivienda particular, se debe determinar cuál es el precio la vivienda i si no se encontrara en el área de influencia del metro, es decir, es necesario construir un contrafactual.¹¹ Dado que no es posible observar la misma vivienda en ambos estados de la naturaleza, la solución teórica a este problema consiste en encontrar una vivienda de control, la cual tiene características similares (tipo de vivienda, metros cuadrados construidos, número de habitaciones y baños, orientación, etc.) a la que estamos estudiando pero está ubicada en un área donde el trazado de la línea del metro no tiene influencia. De esta forma, el estimador que permite calcular la capitalización en el precio de una vivienda es el estimador simple de diferencias a partir de la siguiente regresión:¹²

$$P(i, j) = \theta + \pi X(i, j) + \varpi t(i, j) + \delta L(i, j) + \tau D(i, j) + \varepsilon(i, j) \quad (5)$$

donde:

$$\tau_i = \{E[P(i, j)|X(i, j), D(i, j) = 1] - E[P^c(i, j)|X(i, j), D(i, j) = 0]\} \quad (6)$$

La interpretación de este estimador, obtenido a través de modificar la regresión hedónica especificada en (4), es simple pero importante para los efectos de este trabajo: τ es la diferencia entre la valoración media de la distancia de las viviendas que se encuentran cerca de la estación del metro respecto de la valoración media de la distancia de aquellas viviendas fuera del área de influencia del metro.

Tal como se discutió previamente, hay razones teóricas importantes para considerar que el grado de capitalización del acceso en el precio de las viviendas no es uniforme, incluso para localizaciones con similares tiempos de traslado a la estación de metro más cercana. La valoración marginal de los consumidores por el acceso al metro depende, entre otros factores, de

¹¹ Ver Rubin (1974), Rosenbaum y Rubin (1983), Angrist, Imbens y Rubin (1996) y Heckman, Ichimura y Todd (1997).

¹² Ver Bajic (1983), Dewees (1976), Gatzlaff y Smith (1993), Lee (1973), McDonald y Osuji (1995) y McMillen y McDonald (2004). Si bien estos trabajos difieren en cuanto a la especificación del modelo, la idea conceptual consiste en comparar el cambio en el precio de las viviendas dentro del área de impacto del metro con el cambio en el precio de las viviendas de control que no reciben el impacto del metro.

la percepción de la calidad del servicio, el grado de agrupamiento de individuos que presentan similares preferencias por la oferta de bienes públicos, la concurrencia de la oferta como determinante de la escasez relativa de dicha localización en el corto plazo y los proceso de auto-selección de los individuos.

Para efectos de discutir las diferencias del impacto por línea de metro en el precio de las viviendas, consideremos ahora el caso de una única comuna. Definamos las viviendas i y j localizadas ambas a una distancia razonable de desplazamiento hasta la estación de metro más cercana correspondiente a las líneas t y s , respectivamente. Para identificar, la existencia del algún diferencial en el grado de capitalización entre las viviendas, es necesario construir nuevamente un contrafactual. El siguiente estimador permite identificar la existencia de diferencias en el grado de capitalización del acceso considerando las distintas líneas que sirven a una comuna particular:

$$\alpha_i = \{E[P^s(i,t)|X(i), D(i,j)=1] - E[P^s(i,t)|X(i), D(i,j)=0]\} - \{E[P^t(j,t-1)|X(j), D(i,j)=1] - E[P^t(j,t-1)|X(j), A=0]\} \quad (7)$$

La interpretación de este estimador, obtenido a través de modificar la regresión hedónica especificada en (8), es equivalente a la anterior: el cambio medio en la valoración marginal de la distancia de las viviendas que se encuentran servidas por la línea s del metro respecto del cambio medio en la valoración marginal de aquellas viviendas servidas por la línea t del metro.

5. Datos

Para el análisis empírico utilizamos la base de datos del Conservador de Bienes Raíces de Santiago.¹³ Esta es una base de datos única, que contiene todas las transacciones inmobiliarias realizadas en el Gran Santiago y a la cual tuvimos acceso para el período entre Diciembre de 2000 y Abril de 2004. Cada observación consiste en el precio de venta de la vivienda, un

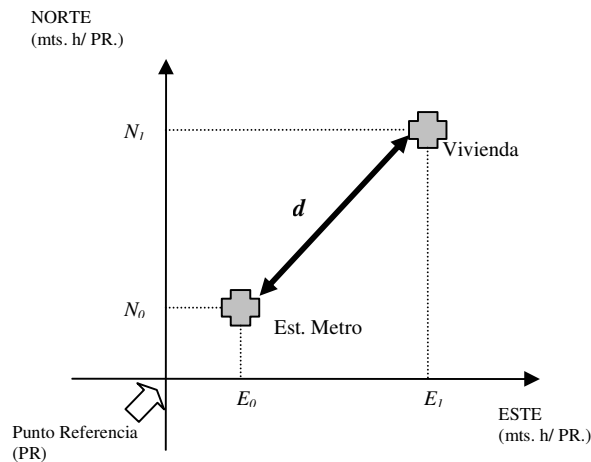
¹³ El Conservador de Bienes Raíces de Santiago registra todas las transacciones de viviendas, oficinas y terrenos que se realizan en el Gran Santiago. Esta base nos fue gentilmente proporcionada por la empresa *Mapcity S.A.*

conjunto de variables que describen los atributos físicos de la propiedad, y su localización geográfica (coordenadas Este – Norte).

Lamentablemente, en la base de datos la información sobre atributos físicos en el caso de las casas es muy limitada. Por esta razón decidimos utilizar sólo los datos de transacciones de departamentos, los cuales cuentan con información detallada de sus características. Existen 23.470 transacciones de departamentos registradas en las comunas de La Florida, Las Condes, Macul, Ñuñoa, Providencia, Quinta Normal, San Miguel y Santiago durante este período.

Para cada uno de los departamentos, calculamos la distancia a cada una de las 55 estaciones de la red de metro (24 correspondientes a la línea 1, 19 a la línea 2 y 17 a la línea 5 de la siguiente forma:

1. Utilizando el mapa digital de Santiago de *Mapcity* se georeferenciaron¹⁴ las estaciones del metro de Santiago correspondientes a las líneas 1, 2 y 5.
2. Se calculó la distancia (d) euclidiana entre cada vivienda y las estaciones del metro:¹⁵



La Tabla 1 presenta un resumen estadístico de las variables utilizadas en la estimación. La variable dependiente es el precio del departamento medido en unidades de fomento.¹⁶ Como variables independientes se utilizan tres grupos de variables.

¹⁴ El proceso de georeferenciación consiste simplemente en asignarle un par de coordenadas Este-Norte a cada observación.

¹⁵ Distancia Vivienda - Metro = $d = \sqrt{(E_1 - E_0)^2 + (N_1 - N_0)^2}$

Tabla N° 1

Variable	Media	Desviación Estándar	Mín.	Máx.
UF	2.695	2.096	201	29.880
Superficie	79	46	20	943
Antigüedad	7	11	0	91
Beneficio Tributario DFL2 (BT_DFL2)	0,11	0,32	0	1
Dormitorios	2,37	1,00	1	24
Baños	1,83	0,73	1	16
Estacionamientos	0,67	0,73	0	8
Bodegas	0,61	0,53	0	12
Ascensor	0,87	0,33	0	1
Distancia Clínica más Cercana (metros)	611	526	11	4.185
Distancia Hospital más Cercano (metros)	2.188	1.943	20	12.097
Distancia Colegio más Cercano (metros)	281	283	10	3.161
Distancia Área Verde más Cercana (metros)	312	253	15	2.882
Calle	0,26	0,44	0	1
Avenida	0,73	0,45	0	1
Pasaje	0,02	0,13	0	1
Cambio Stock	28.353	1.722	24.046	31.904
Distancia Estación de Metro más Cercana (metros)	965	1.079	14	9.426
D1000	0,68	0,47	0	1

En primer lugar, se considera un conjunto de variables que capturan las características estructurales de cada departamento: superficie en metros cuadrados, antigüedad, número de dormitorios, número de baños, número de bodegas, número de estacionamientos, si tiene ascensor, si recibe el beneficio tributario de DFL 2 o no y si el edificio está ubicado en una calle o en una avenida.

En segundo lugar, se considera un conjunto de variables que capturan el acceso a bienes públicos y semi-públicos. Adicionalmente a la distancia a la estación de metro más cercana, calculamos la distancia Euclideana entre cada departamento y el colegio, el hospital, la clínica y el área verde más cercanos. Para ello se consideraron los 893 colegios, 8 hospitales, 52 clínicas y 821 áreas verdes existentes en las comunas relevantes.

¹⁶ Unidad de Fomento (U.F.) es uno de los sistemas de reajustabilidad autorizados por el Banco Central de Chile; 1 U.F. es equivalente a \$ chilenos 17.700 y US\$ 32,8 a fecha septiembre de 2005.

En tercer lugar, se consideran un conjunto de dummies equivalentes a efectos fijos por comuna, por mes y por año.

En cuarto lugar, se generó la variable dummy *D1000* permite capturar el grado de capitalización del metro en el precio de las viviendas. Esta variable asume el valor 1 para las viviendas dentro del área de influencia del metro (1.000 metros) y el valor 0 en otro caso. El coeficiente estimado para esta variable constituye el estimador simple de diferencias (6).¹⁷

Adicionalmente, la dummy *D1000* se interactúa con la variable *Distancia al Metro* para capturar el cambio en el valor del departamento, de acuerdo a la distancia a la estación más cercana. Si bien se espera que el valor de las propiedades disminuya a medida que se encuentran ubicadas más lejos del metro, es posible que para departamentos muy cerca de las estaciones su valor aumente al alejarse un poco ya que disminuye el ruido y el flujo de personas y comercio en los alrededores (Dueker, Chen y Rufolo (1997)).

Por último, la variable *D1000* se interactúa con una dummy que indica a qué línea corresponde la distancia entre el departamento y la estación de metro más cercana. El coeficiente estimado para esta variable corresponde al estimador de diferencia en diferencias (7).

6. Resultados

Las Tablas 2 y 3 muestran los resultados de la estimación de la ecuación (4). Esta estimación permite cuantificar tanto el grado de capitalización que presentan las distintas líneas del metro de Santiago, como el grado de capitalización del metro para las comunas de Las Condes, Ñuñoa, Providencia y Santiago.

En cada uno de los dos casos (líneas y comunas), se consideran dos especificaciones distintas. El modelo 1 considera la variable dummy *D1000* que asume el valor de 1 si la distancia a la estación de metro más cercana es inferior a 1.000 metros e igual a 0 en otro caso. El modelo 2

¹⁷ Modelar explícitamente el área de influencia del metro está fuera del ámbito de este trabajo. Sin embargo, estimaciones de Metro S.A. muestran que dentro del radio de 500 metros de la estación del metro se capta en torno al 50-60% de la demanda y dentro de los 1.000 metros entre el 80-90%.

incorpora, además, la interacción de la variable *D1000* con la distancia a la estación de metro más cercana.

La especificación del primer modelo permite captar el grado de capitalización en los departamentos que se encuentran dentro de influencia de la línea del metro, mientras que el segundo identifica la tasa de caída del precio de la vivienda a medida que nos alejamos de la estación del metro.

Adicionalmente, la Tabla 4 presenta los resultados de la estimación de la ecuación (4) para identificar las diferencias en el grado de capitalización que presentan las distintas líneas de metro que sirven una misma comuna. Esta especificación incluye la variable *D1000* y su interacción con la variable *dummy* Línea *j* que asume el valor de 1 si la estación más cercana corresponde a la Línea *j* y 0 en otro caso.

6.2. Capitalización por Línea de Metro

En general, los resultados respecto a las características de los departamentos tienen los signos esperados y son bastante robustos a las distintas especificaciones. La Tabla 2 muestra que los coeficientes estimados para las variables superficie construida y antigüedad son estadísticamente significativos. Un metro adicional de superficie y un año adicional desde la construcción del edificio están asociados, en promedio, a un mayor precio de entre 18 UF y 37 UF y a un menor precio de entre 16 UF y 41 UF, respectivamente dependiendo de la línea de metro a la cuál está más cerca la vivienda.

Los coeficientes estimados para el número de dormitorios, baños, bodegas y estacionamientos y si tiene ascensor si bien son estadísticamente significativos, sus signos varían dependiendo de la línea a la cual está asociado el departamento. Así por ejemplo, puede parecer contra intuitivo que el coeficiente estimado para las variables dormitorio o baño sea negativo porque ambas variables se asocian con el tamaño del departamento. Sin embargo, la interpretación del coeficiente estimado para dichas variables es más compleja cuando la estimación es condicional en la superficie construida del departamento. La razón para esto, es que en este caso un baño o un

dormitorio adicional, manteniendo constante la superficie total construida, implica una reducción de los espacios destinados a living-comedor, cocina y dormitorios. El signo negativo para estos coeficientes puede interpretarse como una mayor disposición a pagar por mayores espacios y no por un baño o una habitación adicional.¹⁸

Los resultados respecto al impacto que tiene la cercanía en el acceso a algunos bienes públicos no son del todo satisfactorios. El coeficiente estimado para la distancia a la clínica más cercana sólo es estadísticamente significativo y negativo para la línea 5. Los coeficientes estimados para las variables que miden la distancia al hospital y el colegio más cercano presentan signo negativo y estadísticamente significativo en el caso de la línea 2, mientras que su signo es positivo en el caso de la línea 1. Una posible explicación es que la calidad de estos servicios es más importante que la distancia a la cual se encuentran. En el caso de la variable que mide la distancia desde el departamento hasta el área verde más cercana, sólo para la Línea 1 el coeficiente tiene signo negativo y es estadísticamente significativo. Una explicación potencial es que no se controla por la calidad y el tamaño del área verde y los consumidores pueden preferir un parque más grande pero más lejano a una plaza pequeña más cercana. Adicionalmente, para algunas comunas en la muestra, algunas áreas verdes constituyen lugares asociados a mayor delincuencia.

El cambio en el stock de viviendas disponibles no tiene un efecto estadísticamente significativo en el precio de los departamentos.

Por último, el efecto del beneficio tributario del D.F.L. N° 2 es estadísticamente significativo, excepto en el caso de la Línea 2, y alterna signos positivos y negativos dependiendo de la línea. El mayor efecto ocurre porque el pago de dividendos se puede deducir de la base imponible del impuesto a la renta.¹⁹ Los coeficientes estimados indican que el efecto final del menor costo relativo del crédito no es uniforme, puede traducirse tanto en un aumento en la disposición a pagar por la vivienda, en la Línea 1, como una disminución de la misma, en el caso de las Líneas 2 y 5.

¹⁸ Véase Landis, J., Guhathakurta, S. y Zhang, M (2005); Clapp, J. (2005); Boxall, P., Chan, W y McMillan, M (2005), Carrillo, P.(2005); Boarnet, M. y Chalermpong, S. (2000); Leishman et al. (2004).

¹⁹ El tope es de 120 Unidades Tributarias Mensuales (UTM) al año si la vivienda acogida al D.F.L. N° 2 fue adquirida antes del 31 de diciembre de 1999, 72 UTM si fue adquirida entre el 1 de Enero y el 30 de septiembre de 2000 y 36 UTM si se compra entre el 1 de octubre y el 30 de junio de 2001.

De especial interés es el coeficiente estimado para la variable *D1000*. Este estimador de diferencia simple, identifica el grado de capitalización del acceso al metro en el precio de la vivienda por medio de la comparación del valor medio de los departamentos que se encuentran dentro del área de influencia del metro respecto de aquellos que se encuentran fuera de ella. En todos los casos, los coeficientes estimados son positivos y estadísticamente significativos. Como puede apreciarse en la Tabla 2, el grado de capitalización en el precio de las viviendas varía dependiendo de la línea de metro considerada. El estimador punto de la variable *D1000* es de 125 UF, para la Línea 5; de 253 UF, para la Línea 1; y 439 UF en la Línea 2, lo que equivale a una apreciación en el valor del departamento promedio de 7%; 9% y 27% respectivamente.

Tabla N° 2: Estimación por Línea de Metro

Variables	L1		L2		L5	
UF						
Antigüedad	-40,657 *	-41,690 *	-18,944 *	-19,106 *	-16,007 *	-17,372 *
BT_DFL2	111,404 *	106,020 *	-135,668	-134,076	-103,784 *	-127,736 *
Superficie	37,619 *	37,614 *	33,956 *	33,955 *	18,862 *	18,857 *
Dormitorios	-265,489 *	-265,957 *	-142,538 *	-143,906 *	7,771	12,665
Baños	134,404 **	142,339 **	-115,563 **	-113,089 **	208,979 *	206,082 *
Estacionamientos	359,792 *	356,919 *	258,754 *	260,156 *	164,284 *	162,682 *
Bodegas	-161,589 *	-161,350 *	-1,907	-2,090	151,698 *	153,907 *
Ascensor	-121,306 *	-122,768 *	267,206 *	254,728 *	113,860 *	102,619 *
Clínica	0,050	0,057	-0,110	-0,095	-0,112 *	-0,083 *
Hospital	0,136 *	0,135 *	-0,100 *	-0,115 *	0,057	0,065
Colegio	0,527 *	0,533 *	-0,382 *	-0,477 *	0,053	0,059
Area Verde	-0,208 *	-0,199 *	0,534 *	0,553 *	0,010	-0,045
Cambio Stock	-0,005	-0,004	0,032	0,032	0,008	0,003
D1000	253,472 *	429,881 *	439,804 *	395,576 *	125,326 *	388,802 *
D1000*Distancia		-0,268 *		0,135		-0,469 *
Constante	428,221	404,204	-1651,699 *	-1679,399 *	-437,375	-341,164
Dummies						
Mes	sí	sí	Sí	sí	Sí	Sí
Año	sí	sí	Sí	sí	Sí	Sí
Via	sí	sí	Sí	sí	Sí	Sí
Comuna	sí	sí	Sí	sí	Sí	Sí
Obs.	14.404	14.404	2.773	2.773	6.293	6.293
F	616,67	598,59	46,75	45,26	201,49	196,97
R-squared	0,78	0,78	0,61	0,61	0,48	0,48

Por otra parte, el coeficiente de la variable que interactúa las variables *D1000* y *Distancia*, sólo en los casos de las Línea 1 y 5 tiene un impacto negativo y estadísticamente significativo en el precio de los departamentos, reflejando una distribución no uniforme en la capitalización del acceso. Tal como predice la teoría, el aumento en el valor de un departamento disminuye al aumentar la distancia respecto a la estación más cercana del metro. El coeficiente estimado muestra una disminución en el impacto del metro de 0,27 y 0,47 UF, respectivamente, por cada metro que se aleja la ubicación del departamento respecto a la estación más cercana. Esto representa una tasa de depreciación del orden de 2,5% y 5,03% por cada 200 metros que se aleja una vivienda de la estación más cercana correspondiente a las Líneas 1 y 5 respectivamente.

6.2. Capitalización por Comuna

En esta sección se presentan los resultados de la ecuación (4) por comuna. Esta estimación, permite cuantificar las diferencias en el grado de capitalización del metro en el precio de los departamentos.

Los coeficientes estimados para las variables estructurales, bienes públicos y acceso permiten caracterizar los mercados inmobiliarios comunales. Al respecto, los resultados para los atributos estructurales de la propiedad presentan los signos esperados y son robustos a las distintas especificaciones del modelo. Como puede apreciarse en la Tabla 3 los coeficientes estimados para las variables superficie construida y antigüedad son estadísticamente significativos. Un metro adicional de superficie y un año adicional en la antigüedad de la construcción se asocian, en promedio, a un mayor precio de entre 25 UF y 39 UF y a un menor precio de entre 15 UF y 81 UF respectivamente. Es importante destacar que en el caso de la comuna de Las Condes un año adicional de antigüedad se asocia con un menor valor medio de la propiedad del orden del 2,5% mientras que para las restantes comunas dicho porcentaje no supera el 1,4%.

El coeficiente estimado para el número de dormitorios es negativo y estadísticamente significativo para las comunas de Las Condes y Santiago. Es necesario recordar que cuando se controla por la superficie construida, la mayor disposición a pagar se relaciona directamente con espacios más amplios destinados a living, comedor, cocina, más que a habitaciones adicionales destinadas a dormitorio. El coeficiente estimado para el número de baños es positivo y estadísticamente significativo sólo para el caso de la comuna de Santiago. El coeficiente estimado

para la variable número de estacionamientos es positivo y estadísticamente significativo salvo en el caso de la comuna de Ñuñoa. Finalmente, el coeficiente estimado para la variable número de bodegas es positivo y estadísticamente significativo para la comuna de Ñuñoa, mientras que negativo y significativo para la comuna de Las Condes.

En relación con los resultados del impacto que tiene la cercanía en el acceso a algunos bienes públicos, es necesario realizar las mismas observaciones que para el caso de las líneas de metro.

El coeficiente asociado a la variable cambio de stock de viviendas tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo en el precio de los departamentos sólo para el caso de la Comuna de Las Condes. El menor valor medio asociado a un incremento de 1000 unidades del stock de viviendas es 28 UF, equivalente a una depreciación del 1%. En cambio en el caso de Providencia, el coeficiente estimado para la variable stock es positivo y estadísticamente significativo. Si bien este signo puede parecer contrario a lo esperado, hay que recordar que la variable cambio en el stock está compuesta tanto por la oferta de casas como de departamentos, agregada para el Gran Santiago. Por lo tanto, la interpretación de esta variable no es equivalente a considerar el efecto que tiene un cambio en el stock para la comuna específica. En efecto, un coeficiente con signo positivo indica que el cambio del stock para la comuna de Providencia fue menor que el cambio promedio para el Gran Santiago y, por lo tanto, dado un crecimiento agregado de la demanda, se observa una asociación positiva.²⁰

Por último, los coeficientes estimados para la variable *DI1000* son positivos y estadísticamente significativos para las comunas de Las Condes, Providencia y Santiago. El estimador punto de la variable *DI1000* muestra que, en promedio, una vivienda localizada dentro del área de influencia del metro se comercializa a un mayor valor de 173 UF, en la comuna de Santiago; 273 UF, en Providencia, y 419 UF, en Las Condes, lo que equivale a una tasa de apreciación en el valor del departamento promedio de 12,73%; 11,31%; y 13,5% respectivamente. Los coeficientes estimados para la comuna de Ñuñoa no son estadísticamente significativos. Esta comuna recibe la influencia de la línea 5 del metro, la cual atraviesa una zona industrial y, por lo tanto, es posible que la capitalización del metro se produzca en los salarios más que en el precio de las viviendas.

²⁰ Idealmente, se debería incluir una variable de cambio en stock para cada comuna, pero no hay información disponible que permita hacerlo.

Tabla N° 3: Estimación por Comuna

Variables	Las Condes		Providencia		Santiago		Ñuñoa	
UF								
Antigüedad	-81,428 *	-81,515 *	-38,891 *	-38,172 *	-15,114 *	-15,275 *	-28,910 *	-30,116 *
BT_DFL2	-6,854	-16,319	58,111	62,658	-1,525	-3,764	-99,813 *	-113,417 *
Superficie	39,333 *	39,341 *	25,913 *	25,829 *	25,032 *	25,026 *	28,953 *	29,122 *
Dormitorios	-170,472 *	-173,398 *	12,453	13,472	-98,479 *	-98,495 *	8,999	1,008
Baños	141,610	145,232	30,816	24,872	160,510 **	160,181 **	37,113	49,293
Estacionamientos	278,875 *	278,454 *	169,456 *	169,208 *	341,005 *	339,208 *	-11,750	-9,398
Bodegas	-182,319 *	-179,310 *	-40,267	-40,824	33,577	33,873	125,900 *	114,628 *
Ascensor	-156,230 **	-154,295 **	-79,842 *	-70,742 *	20,187	21,085	216,039 *	194,663 *
Clinica	-0,003	0,014	-0,063	-0,107	-0,022	-0,039	0,112 **	0,076
Hospital	0,150 *	0,147 *	0,342 *	0,355 *	-0,072 *	-0,053 *	0,124 *	0,152 *
Colegio	0,482 *	0,498 *	0,272 *	0,269 *	-0,149	-0,110	0,074	0,140
Area Verde	0,158	0,173	-0,012	-0,004	-0,258 *	-0,269 *	0,243 *	0,186
Cambio Stock	-0,028 *	-0,028 *	0,018 *	0,018 *	0,007	0,006	-0,026	-0,025
D1000	419,998 *	665,472 *	273,370 *	217,506 *	173,665 *	212,013 *	-8,873	363,477
D1000*Distancia		-0,280		0,114 **		-0,111 *		-0,517 **
Constante	683,751	699,921	-54,359	-48,716	-19,631	8,090	477,429	477,536
Dummies								
Mes	sí	Sí	sí	sí	sí	Sí	sí	sí
Año	sí	sí	sí	sí	sí	Sí	sí	sí
Via	sí	sí	sí	sí	sí	Sí	sí	sí
Obs.	7.325	7.325	4.664	4.664	8.461	8.461	1.546	1.546
F	290,44	282,81	148,26	145,23	135,17	131,59	205,06	202,05
R-squared	0,77	0,77	0,70	0,70	0,58	0,58	0,58	0,58

La interacción de las variables *D1000* y *Distancia*, sólo en los casos de las comunas de Santiago y Ñuñoa tiene un impacto negativo y estadísticamente significativo en el precio de los departamentos, reflejando una distribución no uniforme en la capitalización del acceso. Tal como predice la teoría, el aumento en el valor de un departamento disminuye al aumentar la distancia respecto a la estación más cercana del metro. El coeficiente estimado muestra una disminución en el impacto del metro de 0,11 y 0,51 UF, respectivamente, por cada metro que se aleja la ubicación del departamento respecto a la estación más cercana. En el caso de la comuna de Providencia, el coeficiente estimado para esta variable es positivo y estadísticamente significativo. Este resultado tiene al menos dos explicaciones alternativas. Primero, la relación

entre el precio de la vivienda y la distancia a la estación de metro puede presentar no linealidades. Segundo, dicha variable indica un cambio en la calidad de los departamentos a medida que nos alejamos de las estaciones de metro.

Es importante señalar que los resultados de las Tablas 2 y 3 son robustos tanto a especificaciones alternativas de cada modelo como a estructuras de error más flexibles. En particular, para descartar la posibilidad de problemas de correlación residual entre las líneas de metro y entre las comunas²¹, se estimó para cada caso un sistema de ecuaciones utilizando la metodología SUR (*Seemingly Unrelated Regressions*). El test de Breush-Pagan de independencia de ecuaciones no rechazó la hipótesis de que la matriz de varianzas-covarianzas del sistema es diagonal.

Por último, se investiga la existencia de diferencias en el grado de capitalización del acceso en el precio de las viviendas considerando las distintas líneas que proveen servicio en una misma comuna. La comuna de Providencia está servida por las Líneas 1 y 5 y la comuna de Santiago por las Líneas 1, 2 y 5.

La Tabla 4 presenta los resultados de estimar la ecuación (4) modificada para capturar las diferencias mencionadas.

En general, los resultados muestran diferencias en el grado de capitalización del acceso por línea tanto para Providencia como para Santiago. Los coeficientes estimados para la comuna de Providencia muestran que una vivienda dentro del área de influencia de la Línea 1 y la Línea 5 presenta un mayor valor del orden de 12,2% y 4,1% respectivamente. Por otra parte, en el caso de la comuna de Santiago los coeficientes estimados muestran que las viviendas localizadas dentro del área de influencia de las Líneas 1, 2 y 5 del metro presentan un mayor valor del orden de 16,9%, 10,2% y 11,6% respectivamente.

²¹ Es posible que exista, por ejemplo, algún grado de correlación espacial entre los precios de los departamentos para las distintas líneas y para las comunas adyacentes.

Tabla N° 4: Impactos Diferenciales por Comuna

Variables	Providencia		Santiago		
	L1	L5	L1	L2	L5
UF					
Antigüedad	-39,267 *	-39,267 *	-15,396 *	-15,305 *	-15,138 *
BT_DFL2	55,675	55,675	3,889	6,083	-2,151
Superficie	25,899 *	25,899 *	24,983 *	25,034 *	25,018 *
Dormitorios	17,136	17,136	-98,330 *	-93,224 *	-99,897 *
Baños	29,625	29,625	163,822 *	156,933 **	162,413 **
Estacionamientos	167,763 *	167,763 *	342,034 *	340,144 *	341,526 *
Bodegas	-37,704	-37,704	27,529	36,259	31,171
Ascensor	-108,477 *	-108,477 *	34,638	34,557	20,166
Clinica	-0,061	-0,061	0,002	0,014	-0,026
Hospital	0,336 *	0,336 *	-0,087 *	-0,064 *	-0,079 *
Colegio	0,149	0,149	-0,110	-0,147	-0,139
Area Verde	-0,053	-0,053	-0,248 *	-0,243 *	-0,259 *
Cambio Stock	0,016 *	0,016 *	0,008	0,007	0,007
D1000	98,672 *	295,186 *	156,679 *	212,058 *	178,546 *
Did Lj	196,514 *	-196,514 *	73,570 *	-72,773 *	-20,205
Constante	63,168	63,168	-87,205	-90,163	-18,607
Dummies					
Mes	Sí	Sí	sí	sí	Sí
Año	Sí	Sí	sí	sí	Sí
Via	Sí	Sí	sí	sí	Sí
Obs.	4.664	4.664	8.461	8.461	8.461
F	143,91	143,91	133,07	132,57	131,06
R-squared	0,70	0,70	0,58	0,58	0,58

7. Efectos Indirectos de la Capitalización del Acceso

Uno de los efectos indirectos importantes que potencialmente tiene la capitalización del metro en el precio de las viviendas, es que al subir estas de valor aumentaría la recaudación del impuesto a las propiedades. Para que este efecto se materialice sólo es necesario que el Servicio de Impuestos Internos reavalúe las propiedades en las comunas por las que pasa la red de metro.

El cambio en la recaudación en la comuna j (ΔR_j) se puede calcular como:

$$\Delta R_j = \sum_{i=1}^n t_{vi} \times \Delta BI_{ij} \quad (8)$$

donde ΔBI es el cambio en la base imponible en la comuna j y t_{vi} es la alícuota impositiva, la cual es función del valor de la propiedad.²²

Utilizando los resultados de nuestras estimaciones por comuna y la ecuación (8), estimamos los potenciales cambios en la base imponible (avalúo fiscal) y en la recaudación por contribuciones de bienes raíces no agrícolas. Para estos efectos consideramos sólo los 14.623 departamentos de las comunas de Las Condes, Providencia y Santiago que se encuentran a una distancia inferior a 1.000 metros respecto de la estación de metro más cercana.

En la Tabla 5 se presentan los principales resultados para cada uno de los tres modelos estimados por comuna, asumiendo que el avalúo fiscal de cada departamento aumenta en forma proporcional a la capitalización del acceso a la red de metro. En el caso I se asume que el aumento en el avalúo fiscal se realiza independiente de la distancia de cada departamento a la estación de metro más cercana. En el caso II se asume que el aumento en el avalúo fiscal considera que el grado de capitalización depende de la distancia entre el departamento y la estación de metro más cercana. En el caso III se asume que el aumento en el avalúo fiscal considera que el grado de capitalización al interior de la cada comuna depende de la línea de metro que provee el servicio.

²² Los predios no agrícolas destinados a la habitación, gozarán de un monto de avalúo exento de impuesto territorial de \$ 10.878.522 al 1 de enero del 2005. La alícuota correspondiente a bienes raíces no agrícolas destinados a la habitación es de 1,2 por ciento al año, en la parte de la base imponible que no exceda de \$ 37.526.739 del 1 de enero de 2005; y 1,4 por ciento al año, en la parte de la base imponible que exceda del monto señalado.

Tabla N° 5

Cambio Porcentual en la Recaudación del Impuesto a las Propiedades

	Las Condes	Providencia	Santiago	Δ Medio Muestra
Caso I	12,60%	14,36%	14,22%	13,73%
Caso II	19,97%	14,59%	6,09%	13,55%
Caso III	L1	14,00%	16,93%	15,47%
	L2		11,10%	11,10%
	L5	5,66%	15,44%	10,55%

Tal como se aprecia en la Tabla N°5, la capitalización del valor del metro en el precio de las viviendas puede producir un aumento en la recaudación por contribuciones pagadas por los departamentos en la muestra de 13,73% si el re-avalúo no considera la distancia al metro, de 13,55% si considera que a mayor distancia del metro la capitalización es menor y a entre 10,55% y 15,47% si permitimos que el cambio en el avalúo depende de las diferencias en el grado de capitalización para las distintas líneas al interior de la comuna.

Es importante señalar que el impacto estimado en la recaudación ha sido calculado para una muestra de departamentos que corresponde a cerca del 18% de todos los departamentos que se encuentran dentro del área de influencia de las estaciones de metro en las comunas de Las Condes, Providencia y Santiago. Si el impacto para el otro 82% de la población (75.109 departamentos en total según censo 2002) es similar en promedio, el aumento en la recaudación total sería de entre U.F. 76.125 y U.F. 84.765 anuales.

Hay diversas razones para considerar estas estimaciones como un límite inferior de la magnitud del impacto en la recaudación. En primer lugar, la estimación asume que no se incorporarán nuevos proyectos inmobiliarios en los próximos 40 años. En segundo lugar, no se incorpora el aumento en el valor de 28.404 casa nuevas y usadas dentro del rango de 1000 metros de cada estación para las comunas de Las Condes, Providencia y Santiago. En tercer lugar, no se considera el aumento en la recaudación por el mayor valor de las viviendas en las 18 comunas restantes que reciben la influencia de la red del metro, esto es 38.502 departamentos y 151.393 casas nuevas y usadas. Por último, no se consideran tanto los departamentos como casas dentro

del área de influencia de la nueva línea 4 del metro.

8. Conclusiones

Las predicciones de la teoría de bienes públicos indican que los beneficios de las facilidades y servicios públicos de transporte se capitalizan en el entorno. Por otra parte, el grado de capitalización no es homogéneo y depende de la distancia a la facilidad de transporte.

Si bien los estudios empíricos consideran el hecho de que el grado de capitalización de las facilidades y servicios de transporte depende de la distancia a la facilidad, suponen que dicho impacto se distribuye de manera uniforme para su área de cobertura.

El metro de Santiago es una de las inversiones en infraestructura de transporte más importante de Chile, no sólo porque satisface la demanda de transporte de casi 1,2 millones de personas por día sino, además, por las inversiones involucradas en su desarrollo. La construcción de la Línea 4 y extensiones de la Línea 2 demandaron 1.200 millones de dólares y las extensiones de la Línea 1 hasta Los Dominicos y la construcción de la nueva Línea hasta Maipú requieren una inversión de 900 millones de dólares, financiados en parte por el Estado y en parte por la Empresa Metro S.A.

Este trabajo utiliza una base de datos única para estudiar la valorización del entorno que genera el metro de Santiago en el precio de las viviendas. Utilizando una metodología que combina regresiones hedónicas con la estimación de estimadores de diferencia simple, se estima el grado de capitalización del acceso a la red de metro en el precio de los departamentos y se investigan las diferencias por línea de servicio, en el grado de capitalización en el precio de los departamentos para una comuna particular.

Los resultados muestran un efecto importante de capitalización para las tres líneas del metro de Santiago. Los departamentos localizados en el área de influencia del metro presentan un mayor valor promedio del orden de 8,84%, 27,16% y 6,72% para las Líneas 1, 2 y 5 respectivamente. Adicionalmente, los resultados muestran que el grado de capitalización al interior de una comuna no se distribuye de manera homogénea, sino que depende de dos aspectos: la distancia a la facilidad de transporte y la línea de metro que provee el servicio. Es así

que en la comuna de Providencia las viviendas dentro del área de influencia de la Línea 1 y 5 presentan un mayor valor del orden de 12,2% y 4,1% respectivamente, mientras que en la comuna de Santiago las viviendas localizadas dentro del área de influencia de las Líneas 1, 2 y 5 del metro presentan un mayor valor del orden de 16,9%, 10,2% y 11,6% respectivamente.

Cabe destacar que en este trabajo sólo se cuantifica uno de los posibles impactos que tiene la red de metro en la sociedad. Otros elementos a considerar son la reducción de la contaminación, la mayor eficiencia en la utilización de recursos combustibles, así como la capitalización en los salarios de los individuos que viven en las comunas por donde pasa el metro (Roback, 1980 y 1982; Blomquist et al., 1988; Gyourko y Tracy, 1989 y 1991).

9. Referencias

- Al-Mosaind, M.; K.Dueker y J. Strathman (1994). "Light Rail Transit Stations and Property Values: A Hedonic Price Approach". *Transportation Research Record* 1400, pp.90-94.
- Alonso, W. (1964). *Location y Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Angrist J., G. Imbens y D. Rubin (1996). "Identification of Causal Effects Using Instrumental Variables with Discussion". *Journal of the American Statistical Association* 91, pp.444-472
- Armstrong, R. (1994). "Impacts of Commuter Rail Service as Relected in Single-Family Residential Property Values". Preprint, Transportation Research Board, 73 Annual Meeting.
- Bajic, V. (1983). "The Effects of a New Subway Line on Housing Prices in Metropolitan Toronto". *Urban Studies* 20, pp.147-158.
- Bartik, T. J. (1987). "The Estimation of Demand Parameter in Hedonic Price Models". *Journal of Political Economy* 95, pp.81-8.

- Blomquist, G., M. Berger y J. Hoenh, (1988). “New Estimates of Quality of Life in Urban Areas”. *American Economic Review* 78, pp.89-107.
- Bowes, D. y K. Ihlanfeldt, (2001). “Identifying the Impacts of Rail Transit Stations on Residential Property Values”. *Journal of Urban Economics* 50, pp.1-25.
- Damm, D.; S. Lerman, E. Lerner-Lam y J. Young, (1980). “Response of Urban Real Estate Values in Anticipation of the Washington Metro”. *Journal of Transport Economics and Policy*, 14 (3), pp. 315-36.
- Debrezion, G., E. Pels y P. Rietveld (2003). “The Impact of Railway Stations on Residential and Commercial Property Value: A Meta Analisis”. Department of Spatial Economics, Free University. Amsterdam.
- Deweese, D. N. (1976). “The Effect of a Subway on Residential Property Values in Toronto”. *Journal of Urban Economics* 3, pp.357-369.
- Dornbusch, D. (1975). “BART-Induced Changes in Property Values and Rents, in Land Use and Urban Development Projects, Phase I, BART: Final Report”. U.S. Department of Transportation and U.S. Department of Housing and Urban Development. Working Paper WP 21-5-76.
- Dueker, K., H.Chen y A. Rufolo (1998). “Measuring the Impact of Light Rail Systems on Single-Family Home Values”. *Transportation Research Record* 1617, pp.38-43.
- Freeman, A.M. (1979). “The Hedonic Approach to Measuring Demand for Neighbourhood Characteristics, in the Economics of Neighbourhood”. Academic Press, New York.
- Gatzlaff, D. y M. Smith (1993). “The Impact of the Miami Metrorail on the Value of Residences Station Locations”. *Land Economics* 69, pp. 54–66.
- Gibbons, S. y S. Machin (2005). “Valuing Rail Access Using Transport Innovations”. *Journal of Urban Economics* 57, pp. 148-169.

- Gramlich, E. M. y D. L. Rubinfeld (1982). "Micro Estimates of Public Spending Demand Functions and Tests of the Tiebout and Median-Voter Hypotheses". *Journal of Political Economy* 90, pp.536-560.
- Grass, R. G. (1992). "The Estimation of Residential Property Values around Transit Station Sites in Washington, D.C.". *Journal of Economics and Finance* 16, pp. 139-146.
- Gyourko, J. y J. Tracy (1989). "Local Public Sector Rent-seeking and Its Impact on Local Land Values". *Regional Science and Urban Economics* 19, pp. 493-516.
- Gyourko, J. y J. Tracy (1991). "The Structure of Local Public Finance and the Quality of Life". *The Journal of Political Economy* 99, pp. 774-806.
- Hamilton, B.W. (1976), "Capitalization of Intrajurisdictional Differences in Local Tax Prices", *American Economic Review* 66, pp.743-753.
- Heckman, J.; H. Ichimura y P. Todd (1997). "Matching as an Econometric Evaluation Estimator: Evidence from Evaluating a Job Training Programme". *Review of Economic Studies* 64, pp. 605-54.
- Lee, D. B. (1973). "Case Studies and Impacts of BART on Prices of Single Family Residences". University of California, Institute of Urban and Regional Development, Berkeley, CA.
- McDonald, J. y C. Osuji (1994). "The Effect of Anticipated Transportation Improvement on Residential Land Values". *Regional Science and Urban Economics* 25, pp. 261-278.
- McMillen, D. y J. McDonald (2004). "Reaction of House Prices to a New Rapid Transit Line: Chicago's Midway Line, 1983-1999". *Real Estate Economics* 32, pp. 463-486.
- Mills, E. S. (1967). "Transportation and Patterns of Urban Development". *American Economic Review* 57, pp. 197-210.
- Muth, R. (1969). *Cities and Housing*. University of Chicago Press.
- Roback, J. (1980). "The Value of the local Urban Amenities. Theory and Measurement". P.h.D.

- dissertation, University of Rochester.
- Roback, J. (1982). "Wages, Rents, and the Quality of Life". *Journal of Political Economy* 90, pp. 1257-78.
- Rosen, S. (1974). "Hedonic Pricing and Implicit Markets: Product differentiation in Pure Competition". *Journal of Political Economy* 82, pp.34-55.
- Rosenbaum, P. y D. B. Rubin, (1983). "The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects". *Biometrika* 70, pp.41-55.
- Rubin, D. B. (1974). "Estimating Causal Effects of Treatments in Randomized and Non-randomized Studies". *Journal of Educational Psychology* 66, pp. 688-701.
- Rubinfeld, D. (1987), "The Economics of the Local Public Sector", en el Handbook of Public Economics Vol. II, editado por A. Auerbach y M. Feldstein, Elsevier Science Publishers, pp. 571-645.
- Vesalli, K. (1996). "Land Use Impacts of Rapid Transit: A Review of the Empirical Literature". *Berkeley Planning Journal* 11, pp.71-105.
- Voith, R. (1991). "Capitalization of Local and Regional Attributes Into Wages and Rents: Differences and Mixed-Use Communities". *Journal of Regional Science* 31, pp.127-145.
- Von Thünen, J. (1863) "Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft and Nationale Konomie". Munich: Pflaum.
- Yinger, J. (1982), "Capitalization and the Theory of Local Public Finance", *Journal of Political Economy* 90, pp.917-943.