

# Una aproximación hedónica al efecto de las preferencias por segregación en el precio del suelo urbano en Bogotá\*

139

Leonardo Santana Vilorio\*\*

Liliana Núñez Camargo\*\*\*

## RESUMEN

---

El valor del suelo urbano se fija en función de variables de localización y entorno, pues su precio aumenta en la medida en que exista mayor acceso a vías principales, centros de comercio y servicios urbanos. Sin embargo, la búsqueda de distinción, expresada como preferencia por segregación socioeconómica, es otra variable que tiene incidencia en este valor. El presente artículo busca comprobar que esta preferencia es una variable significativa en la determinación del valor del suelo urbano residencial, usando la distancia a estratos socioeconómicos como una variable *proxy* de la preferencia por segregación, y estimando un modelo hedónico con herramientas de econometría espacial. Se encuentra que efectivamente existe una relación significativa entre el valor por metro cuadrado del suelo urbano y la distancia de una vivienda a diferentes estratos socioeconómicos. Entre más lejos se encuentre de estratos 1, 2 y 3, y más cerca de estratos 4, 5 y 6, mayor será el valor por metro cuadrado del suelo.

**Palabras clave:** valor del suelo urbano, modelo hedónico, segregación, econometría espacial.

---

\* Proyecto de investigación financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

\*\* Economista y Magíster en Economía, Universidad Nacional de Colombia. Actualmente se desempeña como profesor asociado del Programa de Economía, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Correo electrónico: leonardo.santana@utadeo.edu.co

\*\*\* Economista, Pontificia Universidad Javeriana. Magíster en Economía, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Macroeconomía Aplicada, Universidad Católica de Chile. Actualmente se desempeña como profesora asociada del Programa de Economía, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Correo electrónico: liliana.nunez@utadeo.edu.co

Fecha de recepción: julio 29 de 2011 • Fecha de aprobación: agosto 29 de 2011

## A Hedonic Approach to the Effect of Preferences for Segregation in Urban Land Prices in Bogotá

140

### ABSTRACT

---

The value of urban land is determined according to location and environment variables, as its price increases at the same rate that access to major roads, trade centers and urban services increases. However, the pursuit of distinction, expressed as a preference for socio-economic segregation, is another variable that has an impact on this value. This paper aims to prove that this preference is a significant variable in determining the value of residential urban land, using the distance to the socioeconomic levels as a *proxy* variable of the preference for segregation, and estimating a hedonic model by using spatial econometric tools. It is found that there is indeed a significant connection between the value per square meter of urban land and the distance of a home to the different socioeconomic levels. The farther it is from levels 1, 2 and 3, and the closer it is to levels 4, 5 and 6, the higher the value per square meter of ground.

**Keywords:** Urban Land Value, Hedonic Model, Segregation, Spatial Econometrics.

### Introducción

La *segregación urbana* es definida como la separación de diversos grupos sociales dentro de un espacio urbano. Una de las formas de esta segregación es la socioeconómica: la separación espacial de distintas clases sociales. Aunque este tipo de segregación es indeseable desde el punto de vista social, ya que excluye a las clases menos favorecidas de espacios con mejores condiciones de vida, se puede plantear la posibilidad de que los habitantes, de forma individual, sí deseen que exista esta separación. Este deseo será llamado *preferencia por segregación* (*taste for segregation*) y se explica por la búsqueda de distinción que mueve a los habitantes de la ciudad posmoderna. La preferencia por segregación muestra, por tanto, el deseo de un individuo de convivir en zonas habitadas por otros individuos de su misma o más alta clase social en búsqueda de estatus y distinción. La revelación de esta preferencia puede ser observada en la demanda de vivienda y en la existencia de un precio implícito para la exclusividad. El objetivo de este trabajo es medir el efecto que esta preferencia por segregación tiene en el valor del suelo urbano residencial, mediante la estimación de un modelo hedónico para el mercado de vivienda en Bogotá. La ventaja de la metodología de precios hedónicos está en la posibilidad

de estimar precios implícitos para atributos de un bien compuesto, como la vivienda. La variable usada para medir la preferencia por segregación es la distancia a diferentes estratos socioeconómicos. El modelo hedónico desarrollado corrobora la existencia de una relación entre la preferencia por segregación y el valor del suelo, y muestra cómo la cercanía a estratos 4, 5 y 6 incrementa el precio del suelo, mientras la cercanía a estratos 1, 2 y 3 afecta negativamente este precio.

141

La primera parte mostrará los antecedentes conceptuales de formación de precios del suelo, segregación y búsqueda de distinción. La segunda explicará la metodología de precios hedónicos usada y la descripción del modelo. La tercera parte mostrará los resultados de la estimación y, finalmente, se darán algunas conclusiones y recomendaciones para estudios posteriores.

## Antecedentes y estado del arte

### Formación de precios del suelo urbano y economía urbana

Desde Smith, pasando por la teoría de la renta diferencial de Ricardo, los estudios de precios del suelo en la economía clásica se dedicaron al análisis del suelo rural, la renta y la conveniencia o no de gravar a los terratenientes. El legado de la teoría ricardiana es la preponderancia del diferencial de calidad y la disponibilidad de nuevas tierras como factores en la determinación de los precios del suelo (Smith, 1996 [1776]; Ricardo, 1959 [1871]).

Von Thünen (1966 [1826]) incorpora la localización como factor determinante en el valor del suelo. En su modelo establece un lugar central, la ciudad, a la cual son llevadas las cosechas para su comercialización. Los costos de transporte y la productividad de los cultivos determinan el valor del alquiler y dan como resultado la existencia de círculos concéntricos de diferentes clases de cultivos alrededor de la ciudad. El valor del alquiler es menor mientras más lejos está el suelo de la ciudad central, generando un gradiente de precios del suelo rural que va desde su máximo en la ciudad hasta cero para los agricultores más apartados. De esta manera, Von Thünen abre paso a los estudios en geografía económica.

Alonso (1964) traslada el modelo de von Thünen y el gradiente de precios del suelo a la ciudad. De esta manera, plantea un centro administrativo en el centro de la ciudad, alrededor del cual, el valor del suelo urbano empieza a caer a medida que la distancia al centro es menor. Lo anterior se explica por los costos de transporte y de oportunidad de los habitantes de la ciudad que viven en cualquier

lugar de esta, pero trabajan en el centro administrativo. De esta manera, se inician los estudios en economía urbana y el análisis de los determinantes del precio del suelo urbano (Krugman et ál., 2000).

142 Al ser la localización solo uno de los determinantes del valor del suelo urbano, el modelo de Alonso es bastante limitado al no tomar en cuenta factores de entorno o ambientales que pueden incidir en la determinación del precio. La teoría de precios hedónicos (Rosen, 1974), que define el suelo y los inmuebles urbanos como un bien compuesto descrito por un conjunto de características físicas, de localización y entorno, es una herramienta más completa para estimar valores del suelo en la práctica. Estos valores son función de las anteriores características, y mediante la estimación de un modelo econométrico, se puede valorar el precio implícito de cada característica y su impacto en el precio total. Las decisiones de localización de los agentes que interactúan en el mercado inmobiliario son guiadas por el conjunto de estos precios implícitos. El enfoque de precios hedónicos toma en cuenta todas las características que pueden diferenciar un lote urbano de otro, y supone un mercado en equilibrio en el que ofertantes y demandantes compiten por encontrar las mejores características.

## La búsqueda de distinción

El presente trabajo plantea a la demanda de distinción como una de los determinantes del precio del suelo junto con las demás características anteriormente mencionadas. La necesidad de distinción en la ciudad posmoderna es una de las maneras en que los individuos pueden, en palabras de Georg Simmel (1903: 9), “salvaguardar para sí mismos un mínimo de amor propio, así como el sentimiento de llenar una posición importante”. Si bien Simmel referencia los manierismos propios del hombre de la ciudad para lograr este propósito, la distinción socio-económica es la forma más común y socialmente aceptada en que un individuo puede ser apreciado por sus conciudadanos. Esta búsqueda de distinción, o vista en términos económicos, esta demanda por distinción, ha encontrado una oferta inmobiliaria dispuesta a satisfacerla que ha transformado la ciudad. “La especulación redescubre la demanda de distinción social como criterio de promoción inmobiliaria” dice Amendola (2000: 122).

Con la expresión “residencias exclusivas para pocos elegidos” (Amendola, 2000: 122) se promocionan los proyectos en la ciudad nueva para el hombre deseoso de apartarse, de segregarse y de distinguirse. Lo exclusivo en el diccionario de la Real Academia Española es aquello “que excluye o tiene fuerza y virtud para

excluir”. Como señala Amendola, la compra de estos lugares exclusivos es una compra de, en palabras de Bourdieu, “capital simbólico” en su forma de capital social (relaciones interpersonales, grupo de pertenencia y posibilidad de ser aceptados), ya que “el valor del inmueble en cuanto indicador del poder adquisitivo del sujeto no es suficiente para definir el llamado *right address*, capaz de comunicar bien el estatus social” (Amendola, 2000: 124). El lugar en que se compra y la connotación de exclusividad de tal lugar en el imaginario de la ciudad son fundamentales para que la compra de capital social sea considerada exitosa.

El aumento de la demanda por distinción ha hecho que los precios de estos lugares aumenten en la medida en que su carácter de “exclusividad” es más marcado. De esta manera, surge lo que Samuel Jaramillo ha llamado *renta por monopolio de segregación*, definida como el precio que “los capitalistas individuales están dispuestos a pagar (una suerte de impuesto privado) por ocupar estos lugares positivamente connotados, en una cuantía tal que sobrepase las posibilidades de otros sectores sociales, quienes de esta forma son rechazados” (Jaramillo, 2009: 164).

## Estado del arte de la *segregación socioeconómica*

El resultado de la explotación de la búsqueda de distinción y la generación de la renta de segregación es la separación de las clases sociales en el espacio urbano. A partir de Schelling (1969), la segregación, definida como la separación de grupos humanos diferenciados por raza, edad, religión o cualquier otro factor, dentro de un espacio definido, se entiende como un posible resultado de preferencias y acciones individuales y no como la decisión de una autoridad central. El hecho de que la aparición de zonas de exclusión o marginación puede ser generada espontáneamente, ha incentivado la acumulación de una enorme literatura que ha estudiado las causas y consecuencias de la segregación racial.

Dentro de las investigaciones más recientes en esta materia, se cuentan el trabajo clásico de Massey y Denton (1988) que aborda cinco diferentes medidas de la segregación: uniformidad, exposición, concentración, centralización y agrupación. También se encuentran los trabajos de Card, Mas y Rothstein (2007), quienes intentan medir la dinámica de la segregación racial planteada en el modelo

"El resultado de la explotación de la búsqueda de distinción y la generación de la renta de segregación es la separación de las clases sociales en el espacio urbano".

de Schelling para ciudades de Estados Unidos, y Oltmans (2007), quien señala que las ciudades con mayor segregación racial tienen peores características que las menos segregadas en materia de mortalidad infantil y acceso a educación. La hipótesis detrás de estas investigaciones es que la segregación es uno de los principales causantes de la brecha de capital humano entre blancos y negros. Otros autores como Watson (2009) van más allá al tratar de encontrar una causalidad entre segregación racial y distribución del ingreso.<sup>1</sup>

En un sentido más amplio, otros autores han abordado el tema de la segregación en las ciudades desde el punto de vista del ingreso (segregación socioeconómica). Tiebout (1956) sugiere que las decisiones de localización de los hogares pueden ser vistas como escogencias entre canastas de bienes públicos locales, de manera que los hogares pueden ser ordenados por ingreso a través de los vecindarios, porque su ingreso está correlacionado con la disposición a pagar por la calidad de los colegios y del vecindario. Epple y Platt (1998) discuten este punto de vista, argumentando que los vecindarios están solo parcialmente ordenados de acuerdo con el ingreso. El grado de ordenamiento del ingreso está influenciado por su distribución. A medida que aumenta la desigualdad, es menos probable que un hogar rico y uno pobre estén dispuestos a pagar montos similares por un conjunto de características del vecindario. Además, es posible que la desigualdad del ingreso cambie la calidad del vecindario, por ejemplo, un aumento del crimen en vecindarios de baja calidad tendrá como consecuencia un cambio en los precios relativos de las viviendas. De igual manera, las familias ricas pueden producir externalidades positivas sobre vecindarios de alta calidad, afectando los precios relativos y, por lo tanto, los ricos se volverán más ricos.

La relación de la segregación con el valor del suelo urbano en el que viven los distintos grupos segregados es explorada por quienes identifican diversas causas por las cuales la segregación puede afectar los precios del suelo. Aguilera y Ugalde (2007) analizan la distribución espacial de familias con diferentes niveles de ingreso y su dinámica con los precios de la vivienda. El tema de la distancia como determinante del precio del suelo es abordado por Li y Brown (1980), Bailey (1959) y King y Mieszokowski (1973), además identifican la distancia a la frontera de otro grupo social como uno de los factores por los cuales la segregación tiene efecto en el precio del suelo. Sin embargo, este tipo de estudios es escaso en la

---

1 Examina la relación entre desigualdad del ingreso y una nueva medida de segregación residencial no correlacionada con la distribución del ingreso. El ejercicio se hace para 216 áreas metropolitanas en Estados Unidos.

literatura sobre segregación dadas las limitaciones en información y los problemas de identificación en los modelos.

## Metodología: el modelo de precios hedónicos incorporando preferencias por segregación

145

### Segregación socioeconómica: diferenciación de grupos sociales y estratos socioeconómicos

Al estudiar el fenómeno de segregación socioeconómica se pretende distinguir la forma como se localizan diferentes grupos sociales, diferenciados por su estatus político, económico y social, y la interrelación espacial entre estos. La principal razón por la cual las investigaciones sobre segregación en América Latina no han sido tan numerosas está en la poca correlación entre raza, una variable de fácil medición, y nivel socioeconómico en nuestras ciudades, a diferencia de lo que ocurre en las urbes de Estados Unidos o Europa, que tienen una fuerte presencia de inmigrantes de bajos ingresos. La segregación socioespacial en América Latina se asocia más a clases sociales que se concentran en las ciudades en determinadas zonas y se segregan del resto de la población.

La diferenciación de individuos por clase social es una tarea difícil, dado que no existe un consenso sobre el conjunto de las variables que representarían el concepto de *clase social* (ingreso, educación, acceso a salud, entre otros), ni sobre los límites de cada categoría en cada variable. En Bogotá, sin embargo, la política pública ha categorizado las viviendas en seis estratos socioeconómicos, con el fin de otorgar subsidios a los hogares con menor capacidad de pago que se clasifican como los estratos más bajos (1, 2 y 3). Estos subsidios provienen de los hogares de estratos 4, 5 y 6.

Aunque Ibatá y Torres (2006) muestran cómo la estratificación no refleja objetivamente las dinámicas económicas a las que están sujetos los habitantes, Uribe-Mallarino (2008) señala que sí es un indicador social que ha incidido profundamente en la forma como se piensan en común las diferencias sociales.

"La diferenciación de individuos por clase social es una tarea difícil, dado que no existe un consenso sobre el conjunto de las variables que representarían el concepto de *clase social* (ingreso, educación, acceso a salud, entre otros), ni sobre los límites de cada categoría en cada variable".

De esta forma, aunque la estratificación no refleje las diferencias económicas de los habitantes de la ciudad, sí ha logrado construir un imaginario de estatus social, útil para el desarrollo del presente trabajo.

146 Según Schelling (1969), la preferencia de los individuos por convivir con sus iguales se manifiesta en la distancia a la cual se encuentran de individuos diferentes. Propone Schelling una línea recta con individuos blancos y negros que prefieren que su vecindad (al menos de las dos piezas de cada lado) sea del mismo color que el propio. De esta manera, los individuos se mueven y ocupan diferentes espacios en la línea recta hasta llegar a un equilibrio compatible con sus preferencias. Estas últimas pueden variar desde el caso anterior: uno de los dos vecinos debe ser del mismo color, hasta tener dos o tres vecinos del mismo color en alguno de los lados. Si no se cumple esta condición, el individuo se mueve hasta encontrarla.

En este modelo los individuos revelan sus preferencias “con los pies” y buscan no solo convivir con sus iguales sino encontrarse a la mayor distancia posible de sus diferentes. Si los espacios en esta línea recta son transados en un mercado, y las posibilidades de traslado de la mayoría de individuos se da en el largo plazo, estas preferencias pueden revelarse en el corto plazo a través de la disponibilidad de los individuos a pagar por cada espacio, y se manifestará en que, sin posibilidad de crear nuevos espacios y sin costos, los espacios con mayor distancia a las zonas habitadas por individuos de otro color, serán más caros que aquellos ubicados en la frontera entre zonas.

## El modelo de precios hedónicos

Las primera contribución a la teoría de los precios hedónicos fue desarrollada por Tinbergen, quien demostró la dependencia de las funciones de salarios hedónicos con los parámetros de utilidad de los trabajadores y de beneficio de las firmas (Bartik, 1987). Sin embargo, fue Rosen (1974) quien realizó la primera aplicación del modelo hedónico al mercado de vivienda. Según el autor, los supuestos de la metodología hedónica son:

- El precio de los bienes, particularmente los bienes de propiedad raíz, como la vivienda y la propiedad rural, están en función de las características o atributos ambientales de su entorno.
- El rango de las características o atributos de un bien es continuo, lo cual permite expresar una función de precios hedónicos (FPH) continua, la cual relaciona las características del bien compuesto con su precio.

- La cantidad de una característica particular puede variar independientemente, permitiendo una especificación lineal de la función de precios.

La estimación de precios hedónicos se aplica bajo el supuesto de que algunos bienes en la economía, como es el caso de las viviendas, están compuestos de diversos atributos que pueden ser diferenciados, y a los que además se les pueden asignar distintos precios de manera individual. De esta manera, es posible construir un modelo que explique el valor del inmueble en función de sus características. Esta se denomina *función de precios hedónicos*.

147

Esta función es resultado de la interacción entre consumidores y productores del bien diferenciado, en este caso las viviendas. Los consumidores derivan utilidad del consumo del bien, el cual queda representado por un vector  $Z = (z_1, z_2, z_3, \dots, z_n)$  donde cada  $Z_i$  corresponde a cada una de las características físicas y de localización del inmueble, y un vector  $A = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$ , donde cada  $a_i$  corresponde a cada una de las características del entorno del inmueble. La elección de una determinada vivienda implica, a su vez, la elección de un vector  $A$  y un vector  $Z$ . Asimismo, los individuos escogen un bien compuesto  $X$  que comprende al resto de los otros bienes de su consumo. El precio de la vivienda depende del conjunto de características y atributos:

$$P = p(Z, A)$$

De esta manera, el problema de la elección del consumidor se expresa como:

$$\text{Máx. } U(A, Z, X) \text{ s.a. } M = X + P(Z, A)$$

Donde  $M$  es el ingreso del consumidor y se supone el precio del bien compuesto  $X$  igual a 1. Las condiciones de primer orden del problema de maximización de los hogares establecen que la tasa marginal de sustitución entre cada una de las características y el bien compuesto es igual al precio hedónico de la característica.

$$U_{z_i} / U_{x_i} = P_{z_i}$$

A partir de las condiciones de primer orden, se deriva la función de demanda hedónica

$$q_d = q(Z, A, N)$$

El problema del productor es:

$$\text{Máx. } \Pi = N^*P(Z, A) - C(Z, A, N)$$

148 Donde se expresa el beneficio del productor como la diferencia entre los ingresos por ventas de  $N$  unidades del bien diferenciado, y los costos de producir el mismo número de bienes. Los costos dependen de los atributos ya mencionados.

Las condiciones de primer orden requieren que el precio marginal de cada característica iguale el costo marginal por unidad de esa característica. De lo anterior se desprende la función de oferta en funciones de los atributos  $q_0 = q(Z, A, N)$ .

En el nivel de precios, donde la cantidad ofrecida del bien compuesto sea igual a la demandada, se establecerá la función de precios hedónicos. La función de precios hedónicos representa todos los puntos de transacciones de viviendas con diferentes precios y con viviendas diferenciadas en cuanto a sus funciones y características. Esta función puede ser estimada econométricamente, suponiendo que la información utilizada como precios de la vivienda son los precios de transacción real. Por esta razón, varios trabajos (Brañas y Palomares, 2000; Gaviria y López, 2003) utilizan como variable dependiente los avalúos de viviendas más que arriendos o información registrada en las oficinas de registros públicos. Esto, dado que la determinación de un avalúo comercial supone la realización de un estudio de mercado, cuyo objetivo es el acercamiento del valor del avalúo al valor de transacción de la vivienda (Borrero, 2000).

El presente trabajo añade al vector  $A$  de características de entorno, las distancias a la vivienda más cercana, perteneciente a cada uno de los seis estratos socioeconómicos existentes en Bogotá. El objetivo es comprobar que los coeficientes que arroja la estimación para cada una de estas seis variables, correspondientes a los precios implícitos de cada una de estas características, sean significativos, y cuál es su impacto en el valor del suelo de la vivienda.

## Evidencia empírica: resultados de la estimación

El modelo hedónico que incorpora la distancia a la frontera social estaría especificado por la siguiente ecuación:

$$V = f(F, L, E, d)$$

Donde:

- $V$  = valor del suelo para la vivienda  $i$
- $F$  = vector de características físicas
- $L$  = vector de características de localización
- $E$  = vector de características de entorno
- $d$  = distancia a la frontera social de un estrato diferente

Se estimaron cuatro modelos: el primer modelo con mínimos cuadrados ordinarios (MCO); el segundo modelo con corrección de heterocedasticidad y multicolinealidad; el tercer modelo de econometría espacial, donde se toma en cuenta la autocorrelación espacial en la variable dependiente; y en el cuarto modelo se toma en cuenta la autocorrelación espacial en el término de error. La especificación del modelo econométrico depende de los resultados del diagnóstico de autocorrelación espacial. Si no se presenta autocorrelación, la estimación del modelo se realiza por mínimos cuadrados ordinarios con la siguiente especificación:

$$V = \alpha + \beta_1 Z + \beta_2 A + \beta_3 d + \varepsilon$$

Donde:

- $V$  = valor del metro cuadrado de terreno
- $Z$  = vector de características de localización
- $A$  = vector de características de entorno
- $d$  = vector de distancias a la vivienda más cercana de cada estrato

Siendo  $\alpha$  el término constante,  $\beta_i$  un vector que acompaña las características hedónicas y  $\varepsilon$  el término de error con distribución normal y media igual a cero.

De presentarse autocorrelación espacial, esta puede estar en la variable dependiente o en el término de error. En el primer caso la especificación cambia a:

$$V = \alpha + \beta_1 Z + \beta_2 A + \beta_3 d + \rho W V + \varepsilon$$

Donde  $W$  es la matriz de rezago espacial de la variable dependiente y  $\rho$  su correspondiente coeficiente. El término  $\varepsilon$  tiene una distribución normal estándar con media cero.

En el segundo, caso la especificación es:

$$V = \alpha + \beta_1 Z + \beta_2 A + \beta_3 d + \rho W V + \varepsilon$$

$$\text{Con } \varepsilon = \lambda W \varepsilon + u$$

150

Donde  $W$  es la matriz de ponderación de autocorrelación espacial del término de error y  $\lambda$  su correspondiente coeficiente. El término  $u$  tiene una distribución normal estándar con media cero.

La información utilizada para la estimación de los modelos provino de la Unidad Administrativa de Catastro Distrital (UACD). Esta información está compuesta por una base de datos de 8.000 predios que hicieron parte del proceso de actualización catastral del 2008, vigencia 2009. De esta información se escogieron 2.906 predios residenciales para realizar las estimaciones. La estimación de los modelos se realizó con el *software* Geda.

La tabla 1 presenta las variables de localización y entorno incorporadas como variables independientes. La variable dependiente en todos los modelos estimados fue el valor de metro cuadrado de terreno. Este valor es tomado del avalúo comercial hecho para la UACD por peritos evaluadores en cada vivienda durante el proceso de actualización catastral, vigencia 2009. Las bondades de utilizar el avalúo comercial como estimador del valor del suelo fueron expuestas anteriormente.

**Tabla 1.** Variables independientes utilizadas en los modelos\*

Variable	Descripción
D1_CARCEL:	Distancia a la cárcel más cercana
D1_CC_GRAN:	Distancia al centro comercial grande más cercano
D1_CC_MEDI	Distancia al centro comercial mediano más cercano
D1_CC_PEQU	Distancia al centro comercial pequeño más cercano
D1_CEMENTE	Distancia al cementerio más cercano
D1_CLINICA	Distancia a la clínica más cercana
D1_CLUB	Distancia al club más cercano
D1_COLEGIO	Distancia al colegio más cercano
D1_COMERC_	Distancia a la zona comercial más cercana
D1_EST_1	Distancia a la vivienda estrato 1 más cercana
D1_EST_2	Distancia a la vivienda estrato 2 más cercana

Variable	Descripción
D1_EST_3	Distancia a la vivienda estrato 3 más cercana
D1_EST_4	Distancia a la vivienda estrato 4 más cercana
D1_EST_5	Distancia a la vivienda estrato 5 más cercana
D1_EST_6	Distancia a la vivienda estrato 6 más cercana
D1_ESTACIO	Distancia a la estación de Transmilenio (TM)** más cercana
D1_PORTAL_	Distancia al portal de TM más cercano
D1_ALIME_T	Distancia a la ruta de alimentadores de TM más cercano
D1_HUMEDAL	Distancia al humedal más cercano
D1_HURTOS_	Distancia a la zona de hurtos más cercana
D1 IGLESIA	Distancia a la iglesia más cercana
D1_MINERIA	Distancia a la explotación minera más cercana
D1_MOTELES	Distancia al motel más cercano
D1_MUSEOS	Distancia al museo más cercano
D1_PARQ_VE	Distancia al parque vecinal más cercano
D1_AEROPUE	Distancia al aeropuerto

\*Todas las distancias están expresadas en metros.

\*\* Transmilenio es el nombre del sistema de transporte masivo BRT que funciona en Bogotá.

Fuente: elaboración propia.

El anexo 1 muestra los resultados de la estimación por MCO y el diagnóstico de autocorrelación espacial; el anexo 2, la estimación por MCO corrigiendo problemas de heterocedasticidad y multicolinealidad; el anexo 3, la estimación por máxima verosimilitud con autocorrelación espacial de la variable dependiente, y el anexo 4 la estimación por máxima verosimilitud con autocorrelación espacial en el término de error. Aunque se realizaron varias pruebas incorporando todas las variables anteriores, se tomaron para los modelos finales solamente aquellas que resultaron significativas con un mínimo de 90% de confianza.

Al estimar el primer modelo por MCO (tabla 1), se observa que efectivamente son estadísticamente significativas las distancias de un predio a distintos estratos en la determinación del valor de su suelo urbano. A mayor distancia de los estratos 1, 2 y 3, mayor es el valor del suelo, y a mayor distancia de los estratos 4 y 6, menor el valor. Sin embargo, la distancia al estrato 5, si bien significativa, no presenta el

152 signo esperado. A pesar de esto, en términos generales se comprueba la hipótesis planteada, según la cual, las preferencias por segregación son incorporadas en el mercado como diferenciales en el precio del suelo urbano. Los coeficientes de estas variables además son interpretados como valores en pesos de 2008 que aumentan o disminuyen el valor del metro cuadrado de terreno. Por ejemplo, el coeficiente estimado para la variable  $D1\_EST\_1$  de 19,16 indica que por cada metro que se aleje una vivienda del estrato 1, el valor del metro cuadrado de su terreno aumentará en 19,16 pesos. Muestra este y los demás coeficientes cómo la cercanía a los estratos 1, 2 y 3 castiga el valor del terreno, mientras que este valor aumenta con la cercanía a los estratos 4 y 6, cuyas variables tienen coeficientes positivos. El comportamiento inesperado de la variable  $D1\_EST\_5$  puede ser explicado por la baja representatividad que tuvo en la muestra las viviendas cercanas a este estrato.

Las pruebas aplicadas para la detección de autocorrelación espacial (I de Moran, multiplicador de Lagrange en el rezago, multiplicador de Lagrange en el error y multiplicador de Lagrange Sarma) muestran la presencia de autocorrelación espacial en el término de error, dado que todas las anteriores pruebas son significativas a excepción del Robust LM (*lag*) con un *p-value* de 0,65. Lo anterior muestra que el modelo que mejor robustez puede tener es el de autocorrelación en el error estimado con máxima verosimilitud (tabla 4). Sin embargo, los demás modelos fueron estimados mostrando resultados similares al de MCO.

Finalmente, para el modelo de autocorrelación espacial en el error estimado con máxima verosimilitud (tabla 4), se observa que el precio del valor de metro cuadrado de terreno aumenta 25, 49 y 16 pesos por cada metro cuadrado que se aleje de los estratos 1, 2 y 3, respectivamente, mientras que aumenta 10 y 72 pesos por cada metro que se acerque a los estratos 4 y 6, respectivamente. Nuevamente, la distancia al estrato 5, aunque significativa, no tiene el signo esperado.

## Conclusiones

Si bien el trabajo comprueba que la disponibilidad a pagar de los compradores de una vivienda es menor si se encuentra cerca un asentamiento residencial de estratos bajos, y mayor si se encuentran cerca a los estratos 4 y 6, este impacto en la distancia es desigual. Tomando en cuenta que el valor promedio del metro cuadrado de terreno para la muestra es de 256.000 pesos, la distancia de un kilómetro al estrato 1 solo aumentaría 25.000 pesos (9,8%). A este valor y la distancia de un kilómetro al estrato 6, en cambio, restaría 72.000 pesos (28%). Es decir

que es mayor el castigo sobre el precio de terreno al alejarse del estrato 6 que al acercarse al 1. Esta asimetría en el impacto de las distancias muestra como el efecto de las preferencias por segregación en el valor del suelo es fruto en mayor medida de la búsqueda de distinción antes señalada (la necesidad de ser reconocido como parte de la más alta clase social) que de la aversión a compartir el espacio urbano con los estratos más bajos.

Se resalta también que el estudio muestra cómo la distancia a centros comerciales medianos y pequeños, a clínicas, cementerios, clubes, zonas comerciales, humedales, zonas de alta incidencia en hurtos, iglesias, explotaciones mineras, moteles, museos, parques vecinales, estaciones, portales y alimentadores de Transmilenio, así como la distancia al aeropuerto El Dorado, son también determinantes del valor del suelo urbano residencial en Bogotá.

Por último, si bien este es un ejercicio pionero en el campo, posteriores estudios pueden explorar la existencia de la renta de segregación como es definida por Jaramillo (2009), así como evaluar su relación e impacto en la calidad de vida de la población.

"Esta asimetría en el impacto de las distancias muestra como el efecto de las preferencias por segregación en el valor del suelo es fruto en mayor medida de la búsqueda de distinción antes señalada (la necesidad de ser reconocido como parte de la más alta clase social) que de la aversión a compartir el espacio urbano con los estratos más bajos".

## Bibliografía

- Aguilera, A. y Ugalde, E. (2007). A spatially extended model for residential segregation. *Discrete Dynamics in Nature and Society*.
- Alonso, W. (1964). *Location and Land Use*. Cambridge: Harvard University Press.
- Amendola, G. (2000). *La ciudad posmoderna*. Madrid: Celeste.
- Anselin, L. (2005). *Exploring Spatial Data with Geoda: a Workbook*. Urbana-Champaign: CSISS-University of Illinois,
- Bailey, M. (1959). Note on the Economics of Residential Zoning and Urban Renewal. *Land Economics*, 35 (3), 288-292.

- Bartik, T. (1987). The estimation of demand parameters in hedonic price models. *The Journal of Political Economy*, 95 (1), 81-88.
- Borrero, O. (2000). *Avalúos de inmuebles y garantías*. Bogotá: Bhandar.
- Brañas, G. y Palomares, R. (2000). *Casco histórico de Córdoba. Análisis del precio de las características de la vivienda: un enfoque hedónico*. Actas del I Congreso de Ciencia Regional de Andalucía.
- Card, D., Mas, A. y Rothstein, J. (2007). Tipping and the Dynamics of Segregation. NBER Working Paper, 13052. Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w13052>.
- Epple, D. y Platt, G. (1998). Equilibrium and Local Redistribution in an Urban Economy when Households Differ in both Preferences and Income. *Journal of Urban Economics*, 43 (1), 23-51.
- Gaviria, N. y López, F. (2003). *Cálculo del índice de precios para bienes inmuebles en Bogotá utilizando la metodología de precios hedónicos*. Tesis de Maestría en Economía. Pontificia Universidad Javeriana.
- Ibatá, A. y Torres, H. (2006). La estratificación urbana como indicador socioeconómico. *Bitácora*, 10, 214-220.
- Jaramillo, S. (2009). *Hacia una teoría de la renta del suelo urbano*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- King, T. y Mieszkowski, P. (1973). Racial discrimination, segregation, and the price of housing. *Journal of Political Economy*, 81 (3), 590-606.
- Krugman, P., Fujita, M. y Venables, A. (2000). *Economía espacial*. Barcelona: Ariel.
- Li, M. y Brown, J. (1980). Micro-Neighborhood Externalities and Hedonic Housing Prices. *Land Economics*, 56 (2), 125-141.
- Massey, D. y Denton, N. (1988). The Dimensions of Residential Segregation. *Social Forces*, 67 (2), 281-315.
- Oltmans, E. (2007). The Wrong Side of the Tracks: Estimating the Causal Effects of Racial Segregation on City Outcomes. NBER Working Paper, 13343. Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w13343>.
- Ricardo, D. (1959 [1817]). *Principios de economía política y tributación* (3ª edición). Madrid: Aguilar.

- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *The Journal of Political Economy*, 82 (1), 34-55.
- Schelling, T. (1969). Models of Segregation. *The American Economic Review*, 59 (2), 488-493.
- Simmel, G. (1903). *La metrópolis y la vida mental*. Recuperado de [www.bifurcaciones.cl/004/bifurcaciones\\_004\\_reserva.pdf](http://www.bifurcaciones.cl/004/bifurcaciones_004_reserva.pdf).
- Smith, A. (1996 [1776]). *La riqueza de las naciones*. Barcelona: Folio.
- Tiebout, C. (1956). A Pure Theory of Local Expenditures. *The Journal of Political Economy*, 64 (5), 416-424.
- Uribe-Mallarino, C. (2008). Estratificación social en Bogotá: de la política pública a la dinámica de la segregación social. *Revista Universitas Humanística*, 65, 139-171. Pontificia Universidad Javeriana.
- Von Thünen, J. (1966 [1826]). *Isolated State*. New York: Pergamon Press.
- Watson, T. (2009). Inequality and the Measurement of Residential Segregation by Income in American Neighborhoods. NBER Working Paper, 14908. Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w14908>.

## Anexo 1. Regresión con mínimos cuadrados ordinarios

156

Data set : 4				
Dependent Variable :	Valor_M2_T	Number of Observations:	2906	
Mean dependent var:	256509	Number of Variables:	25	
S.D. dependent var:	127202	Degrees of Freedom :	2881	
R-squared :	0,453718	F-statistic :	99,7012	
Adjusted R-squared :	0,449167	Prob(F-statistic) :	0	
Sum squared residual:	2,56861e+013	Log likelihood :	-37400,7	
Sigma-square :	8,91568e+009	Akaike info criterion :	74851,4	
S.E. of regression :	94422,9	Schwarz criterion :	5000,7	
Sigma-square ML :	8,83898e+009			
S.E of regression ML:	94015,9			
Variable	Coefficient	Std. error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	272032	30272,92	8,985984	0
D1_CC_MEDI	-16,73114	4,224564	-3,960443	0,0000766
D1_CC_PEQU	15,03987	3,667712	4,100613	0,0000423
D1_CEMENTE	-19,64248	3,019195	-6,505864	0
D1_CLINICA	-9,627575	3,804218	-2,530763	0,0114340
D1_CLUB	23,08063	9,527154	2,422616	0,0154711
D1_COMERC_	-110,9919	10,33774	-10,73658	0
D1_EST_1	19,16237	5,142792	3,726063	0,0001982
D1_EST_2	52,78483	6,835583	7,722068	0
D1_EST_3	11,35178	6,086264	1,865148	0,0622592
D1_EST_4	-12,04867	6,256403	-1,925814	0,0542247
D1_EST_5	66,97654	16,76162	3,995828	0,0000661
D1_EST_6	-66,34839	10,46834	-6,338006	0
D1_ESTACIO	-17,27471	4,272929	-4,042827	0,0000542
D1_PORTAL_	23,79831	3,117307	7,634253	0
D1_ALIME_T	-20,25271	5,171115	-3,916507	0,0000919
D1_HUMEDAL	-54,38749	6,62106	-8,214319	0
D1_HURTOS_	-89,63046	16,93801	-5,291678	0,0000001
DIIGLESIA	77,34459	13,0064	5,946656	0
D1_INUNDAC	5,472874	4,234138	1,292559	0,1962573
D1_MINERIA	17,87553	4,067571	4,394644	0,0000115
D1_MOTELES	-13,12196	3,918291	-3,348898	0,0008218

Variable	Coefficient	Std. error	t-Statistic	Probability
D1_MUSEOS	-10,92484	4,699051	-2,324904	0,0201451
D1_PARQ_VE	-47,14546	21,39066	-2,204021	0,0276006
D1_AEROPUE	38,58831	4,030691	9,573622	0

Regression diagnostics			
Multicollinearity condition number 508,2051			
Test on normality o errors			
TEST	DF	VALUE	PROB
Jarque-Bera	2	9.716.336	0

Diagnostics for heteroskedasticity			
Random coefficients			
Test	DF	Value	Prob
Breusch-Pagan test	24	328,5489	0
Koenker-Bassett test	24	136,8154	0
Specification robust test			
Test	DF	Value	Prob
White	324	836,2506	0

Diagnostics for spatial dèndence			
For weight matrix : 5.GAL ( <i>row-standardized weights</i> )			
Test	MI/DF	Value	Prob
Moran's I (error)	0,314905	30,0744546	0
Lagrange Multiplier (lag)	1	802,6183381	0
Robust LM (lag)	1	0,2054099	0,6503891
Lagrange Multiplier (error)	1	837,0326577	0
Robust LM (error)	1	34,6197295	0
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	837,2380676	0

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 2. Regresión con mínimos cuadrados ordinarios consistente con heterocedasticidad

158

Dependent Variable: Valor_M2_T				
Method: Least Squares				
Date: 07/09/10 Time: 07:31				
Sample: 1 2906				
Included observations: 2906				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
Variable	Coefficient	Std. error	t-Statistic	Prob.
C	274599,5	26608,36	10,32005	0,0000
D1_CC_MEDI	-14,99008	4,817640	-3,111499	0,0019
D1_CC_PEQU	16,34486	3,600065	4,540157	0,0000
D1_CEMENTE	-19,11889	3,564109	-5,364283	0,0000
D1_CLINICA	-8,431830	3,491924	-2,414666	
D1_CLUB	22,79842	10,35965	2,200695	0,0278
D1_COMERC_	-109,4859	10,57524	-10,35304	0,0000
D1_EST_1	19,25027	5,381510	3,577112	0,0004
D1_EST_2	54,66272	7,729408	7,072044	0,0000
D1_EST_3	10,77446	6,033898	1,785654	0,0743
D1_EST_4	-14,96425	8,204663	-1,823871	0,0683
D1_EST_5	61,41690	16,53942	3,713365	0,0002
D1_EST_6	-61,79888	9,593755	-6,441574	0,0000
D1_ESTACIO	-17,66164	4,316860	-4,091317	0,0000
D1_PORTAL_	25,21974	2,900050	8,696311	0,0000
D1_ALIME_T	-21,22573	6,023178	-3,524008	0,0004
D1_HUMEDAL	-49,42806	8,051943	-6,138649	0,0000
D1_HURTOS_	-90,00590	16,28928	-5,525469	0,0000
DIIGLESIA	76,91704	12,24393	6,282054	0,0000
D1_MINERIA	18,98390	4,734946	4,009316	0,0001
D1_MOTELES	-14,03828	3,837145	-3,658521	0,0003
D1_MUSEOS	-11,24598	5,796447	-1,940150	0,0525
D1_PARQ_VE	-46,64204	19,73977	-2,362846	0,0182
D1_AEROPUE	36,94576	4,317319	8,557571	0,0000
R-squared	0,453401	Mean dependent var		256508,6
Adjusted R-squared	0,449039	S.D. dependent var		127223,5

Variable	Coefficient	Std. error	t-Statistic	Prob.
S.E. of regression	94433,88	Akaike info criterion		25,75741
Sum squared resid	2,57E+13	Schwarz criterion		25,80675
Log likelihood	-37401,52	Hannan-Quinn criter.		25,77519
F-statistic	103,9393	Durbin-Watson stat		1,319202
Prob(F-statistic)	0,000000			

Fuente: elaboración propia.

### Anexo 3. Regresión con máxima verosimilitud y autocorrelación espacial en la variable dependiente

Data set : 4				
Spatial Weight : 5.GAL				
Dependent Variable : Valor_M2_T		Number of Observations: 2906		
Mean dependent var : 256509		Number of Variables : 24		
S.D. dependent var : 127202		Degrees of Freedom : 2882		
Lag coeff. (Rho) : 0,576138				
R-squared : 0,574939		Log likelihood : -37135,7		
Sq. Correlation : -		Akaike info criterion : 74319,4		
Sigma-square : 6,8776e+009		Schwarz criterion : 74462,8		
S.E of regression : 82931,3				
Variable	Coefficient	Std. error	z-value	Probability
W_VALOR_M2_	0,5761384	49,31258	0,0116834	0,9906782
CONSTANT	124548.2	0,00065	1,92E+08	0
D1_CC_MEDI	-10,38101	0,9685282	-10,71834	0
D1_CC_PEQU	7,200028	0,4419726	16,29067	0
D1_CEMENTE	-7,518172	1,252346	-6,00327	0
D1_CLINICA	-5,57196	0,4769141	-11,68336	0
D1_CLUB	16,02614	1,04186	15,38224	0
D1_EST_1	11,17023	0,5729675	194.954	0
D1_EST_2	30,18568	0,1871188	161,3183	0
D1_EST_3	13,01677	0,3351724	38,83605	0
D1_EST_4	-6,300621	0,6599239	-9,547497	0
D1_EST_5	26,69487	0,3730817	71,55234	0
D1_EST_6	-29,37557	0,1555546	-188,844	0
D1_ESTACIO	-9,949102	0,35822	-27,77372	0

Variable	Coefficient	Std. error	z-value	Probability
D1_PORTAL_	11,08133	0,6098149	18,17162	0
D1_ALIME_T	-11,99556	0,264198	-45,40366	0
D1_HUMEDAL	-23,4102	0,2899015	-80,75227	0
D1_HURTOS_	-59,45393	0,0693606	-857,1721	0
DIIGLESIA	46,93654	0,0889422	527,7196	0
D1_MINERIA	6,421398	0,3902222	16,45575	0
D1_MOTELES	-9,311928	0,3080783	-30,22585	0
D1_MUSEOS	-7,558222	0,2428761	-31,11966	0
D1_PARQ_VE	-21,1388	0,0532905	-396,6709	0
D1_AEROPUE	16,09716	0,2978362	54,04702	0

Regression diagnostics			
Dianostics for heteroskedasticity			
Random coefficients			
Test	DF	Value	Prob
Breusch-Pagan test	22	63,54849	0,0000066

Diagnostics for spatial dependence			
Spatial lag dependence for weight matrix: 5.GAL			
Test	DF	Value	Prob
Likelihood Ratio Test	1	643.9517	0.0000000

Fuente: elaboración propia.

#### Anexo 4. Regresión con máxima verosimilitud y autocorrelación espacial en el error

Data set :	4		
Spatial Weight :	5.GAL		
Dependent Variable:	Valor_M2_T	Number of Observations:	2906
Mean dependent var:	256508,603235	Number of Variables:	24
S.D. dependent var :	127201,592461	Degree of Freedom:	2882
Lag coeff. (Lambda):	0,578718		
R-squared :	0,586256	R-squared (BUSE) :	-
Sq. Correlation :	-	Log likelihood :	-37097,543885
Sigma-square :	6694483122,164089	Akaike info criterion :	74243,1
S.E. of regression :	81819,8	Schwarz criterion:	74386,476558

Variable	Coefficient	Std. error	z-value	Probability
CONSTANT	312631,9	0,0002776	1,13E+09	0
D1_CC_MEDI	-12,42871	0,7947843	-15,63784	0
D1_CC_PEQU	12,05754	0,497307	24,24566	0
D1_CEMENTE	-18,95686	1,466115	-12,93	0
D1_CLINICA	-4,41343	0,3977299	-11,09655	0
D1_CLUB	36,11885	2,129575	16,96059	0
D1_COMERC_	-116,378	0,1003917	-1159,239	0
D1_EST_1	25,29458	0,5030881	50,27864	0
D1_EST_2	48,91316	0,1382661	353,7612	0
D1_EST_3	15,82278	0,4731454	33,44168	0
D1_EST_4	-10,25732	1,635372	-6,272166	0
D1_EST_5	64,15771	2,757899	23,26326	0
D1_EST_6	-72,26885	3,403168	-21,23576	0
D1_ESTACIO	-24,03317	0,651486	-36,88977	0
D1_PORTAL_	29,84257	1,024757	29,1216	0
D1_ALIME_T	-22,13729	0,5064432	-43,7113	0
D1_HUMEDAL	-56,8213	2,118053	-26,82714	0
D1_HURTOS_	-58,15133	0,0739695	-786,1534	0
DIIGLESIA	95,45412	0,0937268	1018,43	0
D1_MINERIA	14,08351	0,7821381	18,00642	0
D1_MOTELES	-15,30704	0,3978912	-38,4704	0
D1_MUSEOS	-13,24146	1,57759	-8,393473	0
D1_PARQ_VE	-26,10884	0,0576632	-452,7814	0
D1_AEROPUE	35,42946	3,8556	9,189092	0
LAMBDA	0,5787177	48,80907	0,0118568	0,9905398

Regression diagnostics			
<b>Diagnostics for heteroskedasticity</b>			
Random coefficients			
Test	DF	Value	Prob
Breusch-Pagan test	22	68,16751	0,0000023

**Diagnostics for spatial dependence**

Spatial error dependence for weight matrix: **5.GAL**

Test	DF	Value	Prob
Likelihood Ratio Test	1	607,9511	0,0000000

162

Fuente: elaboración propia.