

El tiempo necesario para alquilar una vivienda en Laureles en 2015: Una aplicación de Regresión Logística Geográficamente Ponderada

The time required to rent a home in Laureles in 2015: An application Geographically Weighted Logistic Regression

Diego Fernando MARTÍNEZ Montoya [1](#); Oscar Alonso OSPINA Espinoza [2](#)

Recibido: 24/11/16 • Aprobado: 25/01/2017

Contenido

- [1. Introducción](#)
 - [2. Metodología](#)
 - [3. Caso de estudio](#)
 - [4. Resultados](#)
 - [5. Conclusiones](#)
- [Referencias](#)

RESUMEN:

El sector inmobiliario ha atraído desde hace décadas la atención de los investigadores alrededor del mundo, con la consecuente publicación de estudios al respecto. Sin embargo, en Colombia el desarrollo de este tipo de trabajos ha sido bastante pobre toda vez que por la situación de seguridad del país es difícil conseguir datos para realizar los análisis. El principal hallazgo en este estudio es que aspectos como el número inmuebles en la copropiedad, el número de garajes con que cuenta el inmueble y la distancia al parque del barrio, entre otros son factores determinantes en el tiempo que le toma a un inmueble alquilarse.

Palabras clave: Sector Inmobiliario, GWR, Regresión Logística Geográficamente Ponderada, Precios hedónicos.

ABSTRACT:

The real estate sector has attracted for decades the attention of researchers around the world, with the consequent publication of studies in this area. However, in Colombia the development of this type of work has been quite poor since the security situation of the country is difficult to obtain data to carry out the analysis. The main finding in this study is that aspects such as the number of properties in the co-ownership, the number of garages that the property has and the distance to the neighborhood park, among others are determining factors in the time it takes a property to rent.

Key words: Real state, GWR, Geographically Weighted Logistic Regression, Hedonic prices.

1. Introducción

En el campo específico de los precios de la propiedad raíz se encuentran desde el siglo pasado, diversos estudios que indagan sobre sus precios y rentabilidades. Algunos de ellos fueron los desarrollados por Dewey y DeTuro (1950) y Beaty (1952). Posteriormente,

diversos investigadores comenzaron a involucrar en el análisis del precio de los bienes el estudio detallado de sus características; entre los pioneros en ese tipo de investigaciones se encuentra Lancaster (1966) y Rosen (1974). Esas investigaciones son precursoras en la valoración de la utilidad de los inmuebles a partir de sus características específicas.

Posteriormente, Can (1992), ampliando la investigación relacionada con las características de los inmuebles, realizó una división del tipo de características; definió como características estructurales las que son ajustadas al bien; y características del vecindario, las correspondientes al entorno que rodea el inmueble.

Sumado a lo anterior, y con el fin de incluir las diversas variables que podrían afectar el precio de los inmuebles, Basu y Thibodeau (1998), clasificaron los atributos de los inmuebles incluyendo aspectos específicos relacionados con el terreno, el uso del suelo, las mejoras específicas, la accesibilidad, la cercanía a externalidades, y la época de recolección de datos. Lo anterior disminuye la probabilidad de no tener en cuenta variables sustanciales y significativas para la valoración.

Respecto a los datos para la valoración, en muchos casos no se encuentran disponibles, o su recolección es lenta y costosa, haciendo más complejo el desarrollo de este tipo de investigaciones. En este sentido, Sheppard (1999), destaca la importancia del estudio de precios hedónicos y plantea la utilización de variables proxy ante ausencia de datos referentes a alguna características específicas del inmueble.

Además de las complicaciones inherentes a cualquier modelo de econometría tradicional, los modelos de econometría espacial pueden presentar dificultades adicionales relacionadas con la dependencia espacial de los datos y con la heterogeneidad espacial, Anselin (1988).

En la modelación espacial es normal encontrar que los parámetros y las formas funcionales no sean constantes en el espacio. En ese tipo de escenarios, caracterizados por datos dependientes y heterogéneos espacialmente, la regresión geográficamente ponderada, o GWR (por sus siglas en inglés), emerge como una alternativa que permite generar coeficientes de regresión que varían de acuerdo con la ubicación geografía del objeto de estudio.

Yu (2004), realizó un estudio en el mercado de la propiedad raíz en Milwaukee, Wisconsin (EEUU), y empleando técnicas de GWR, encontró que la cercanía de las propiedades al lago Michigan hace que sus precios sean mayores. A pesar de que este tipo de investigaciones no han sido masivamente abordadas, diversos estudios existentes como los desarrollados por Bitter, Mulligan y Dall'erba (2006), Selim (2009), Lu, Charlton y Fotheringham (2011), han encontrado que los modelos de precios hedónicos a partir de la técnica GWR tienen un alto poder explicativo para analizar el precio de los inmuebles y resaltan la importancia de este tipo de técnicas para profundizar sobre el comportamiento del sector inmobiliario.

Respecto al uso de modelos logísticos con un enfoque espacial, Carl y Kühn (2007) emplean modelos logísticos en un análisis espacial para evaluar la aplicación a conjuntos de datos bidimensionales macro ecológicos y biogeográficos que muestran autocorrelación espacial. En otro estudio, Augustin, Cummins y Frech (2001), analizan la dinámica de la vegetación en el noreste de Escocia, a partir del uso de regresiones logísticas y modelos logit multinomiales.

Anas (1990), analiza diversas características espaciales de la estructura urbana a partir del uso de modelos logit multinomiales. Con otras perspectivas, Bhat y Sener (2009), utilizan un enfoque basado en cópulas con una estructura logit espacial, logrando obtener una herramienta técnica que corresponde a una expresión analítica en forma cerrada para el cálculo de la probabilidad conjunta de selección a través de las diversas unidades de observación, y se encuentra que esa herramienta es aplicable mediante un procedimiento estándar de inferencia de máxima verosimilitud.

Autant (2006), evalúa dónde las empresas ubican sus actividades de I+D. El autor encuentra que un gran tamaño del mercado, la gran cantidad de ideas, y un bajo nivel de competencia en la región objetivo, incrementan la probabilidad de la creación de laboratorios de I + D. Otros trabajos como los de Zhou y Kockelman (2008), empleando modelos logit multinomiales con relaciones espaciales, también encuentran que las condiciones del

vecindario ofrecen un poder predictivo, e identifican diversas tendencias espaciales en el desarrollo del uso del suelo en Austin, Texas.

A partir de modelos logit espaciales, Lee y Cohen (1985), utilizan modelos logit multinomiales y muestran su utilidad para la planificación y gestión eficaz de los sistemas de atención hospitalarias en una región. Por otro lado, Li, Wu y Deng (2013), realizaron un estudio sobre la identificación de factores de cambio de uso del suelo en China a partir de un modelo logit multinomial; los autores encontraron que el aumento del valor del suelo urbano fue el principal impulsor del desarrollo del cultivo de tierras, y que el aumento del ingreso rural fue el principal impulsor de la conversión de tierras para cultivo, a bosques y pastizales.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que son muy diversas las aplicaciones de modelos logit con un enfoque espacial. Entre ellas se encuentran análisis urbanos, evaluación de inversiones en I+D, análisis de sistemas hospitalarios, valor del suelo, análisis del vecindario, efectos ecológicos, valoración de la vegetación, precios de los inmuebles, entre otras.

Específicamente en este artículo, se utilizan modelos de regresión logística ponderada geográficamente, para analizar las probabilidades de que una vivienda ubicada en el barrio Laureles (ubicado en Medellín, Colombia) se logre arrendar en menos de dos meses. El objetivo es presentar un modelo para el mercado de arrendamientos del barrio Laureles que permita predecir la probabilidad de que una vivienda usada se alquile en menos de 60 días, incluyendo en la modelación las características espaciales del inmueble.

Después de esta introducción, en este artículo se presenta la metodología de modelos de regresión logística ponderada geográficamente. Luego se explican las características del caso de estudio y de los datos empleados; posteriormente se presentan los resultados del estudio, y algunas conclusiones relevantes.

2. Metodología

En la regresión logística la probabilidad de ocurrencia de un evento corresponde a:

$$p_i = \frac{\exp(\beta_0 + \sum_k \beta_k(u_i, v_i))}{1 + \exp(\beta_0 + \sum_k \beta_k(u_i, v_i))}$$

β_0 y β_k son los parámetros del modelo, de tal manera que al linealizar la expresión se obtiene la ecuación correspondiente a la regresión logística:

$$\text{logit}(p_i) = \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) + \varepsilon_i$$

En los modelos econométricos tradicionales usualmente se considera una regresión del tipo:

$$y_i = \beta_0 + \sum_k \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Donde $y_i = \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right)$.

O en forma matricial:

$$Y = X\beta + U$$

Donde:

Y : Vector de dimensión $(n \times 1)$ de n observaciones de la variable endógena.

X : Matriz de dimensión $(n \times k)$, donde $k - 1$ es la cantidad de variables exógenas del modelo.

β : Vector de dimensión $(k \times 1)$ de parámetros de las variables exógenas.

U : Vector de dimensión $(n \times 1)$ de perturbaciones aleatorias ruido blanco.

Utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios o el de máxima verosimilitud se puede obtener un estimador adecuado del vector de parámetros β .

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2)$$

Sin embargo, para variables que presentan el fenómeno de dependencia espacial debe utilizarse otro tipo de modelos llamados modelos econométricos espaciales, entre los cuales se encuentran los obtenidos a través de regresiones geográficamente ponderadas, las cuales permiten estimar modelos locales para cada una de las observaciones y_i .

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (3)$$

Donde (u_i, v_i) representan las coordenadas que describen la ubicación geográfica de la observación i .

Mediante métodos de estimación tales como el de máxima verosimilitud o el de mínimos cuadrados ordinarios es posible estimar el vector de parámetros

$\beta(u_i, v_i) = [\beta_0(u_i, v_i) \quad \beta_1(u_i, v_i) \quad \dots \quad \beta_k(u_i, v_i)]^T$ como se describe a continuación.

En el modelo lineal general $Y = X\beta + U$ premultiplicando por una matriz de ponderaciones T no singular se obtiene:

$$TY = TX\beta + TU$$

La matriz de varianzas y covarianzas de TU es:

$$\sum_{TU} = E[(TU - E(TU))(TU - E(TU))^T]$$

Como $E(TU) = TE(U) = 0$, se tiene:

$$\sum_{TU} = E[TU(TU)^T]$$

$$\begin{aligned} \sum_{TU} &= E[TU(TU)^T] \\ \Rightarrow \sum_{TU} &= E[TUU^T T^T] \\ \Rightarrow \sum_{TU} &= TE[UU^T]T^T \quad (4) \end{aligned}$$

En los modelos donde se utilizan datos con dependencia espacial se introduce naturalmente la heterocedasticidad, Chasco (2003). Por lo tanto, asumiendo que este fenómeno se encuentra presente, se tiene:

$$\Sigma_U = E[UU^T] = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} = \sigma^2 W^{-1}, \text{ con } W^{-1} \neq I \quad (5)$$

Y entonces,

$$\begin{aligned} \sum_{TU} &= T\sigma^2 W^{-1}T^T \\ &= \sigma^2 TW^{-1}T^T \quad (6) \end{aligned}$$

De la ecuación (6) se deduce que para que no exista heterocedasticidad en el modelo es necesario que $TW^{-1}T^T = I$. Despejando la matriz W , se obtiene:

$$W = T^T T \quad (7)$$

Como el modelo lineal general considerado es $TY = TX\beta + TU$, entonces el estimador de β es:

$$\begin{aligned} \hat{\beta} &= ((TX)^T TX)^{-1} (TX)^T (TY) \\ \Rightarrow \hat{\beta} &= (X^T T^T TX)^{-1} X^T T^T TY \\ \Rightarrow \hat{\beta} &= (X^T WX)^{-1} X^T WY \end{aligned}$$

Por lo tanto el estimador para el vector de parámetros $\beta(u_i, v_i)$ es:

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) Y \quad (8)$$

En donde $W(u_i, v_i)$ es la matriz de pesos espaciales de dimensión $(n \times n)$ de la observación correspondiente a las coordenadas (u_i, v_i) . Las componentes w_{ij} de dicha matriz son calculadas a partir de una función kernel, usualmente la función Gaussiana, la cual asigna una mayor ponderación a las observaciones más cercanas y una de cero si la distancia entre las dos observaciones supera la distancia b conocida como el ancho de banda. Entonces se tiene:

$$w_{ij} = \begin{cases} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right] & \text{si } d_{ij} < b \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (9)$$

donde d_{ij} es la distancia euclidiana entre el punto con coordenadas (u_i, v_i) y el punto con coordenadas (u_j, v_j) .

El parámetro b es estimado mediante el criterio de validación cruzada (CV):

$$CV = \min_b \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_i(b)]^2$$

Una estimación similar se encuentra en Venegas-Martínez, Agudelo, Franco y Franco (2016), donde los autores proponen la integración de la econometría espacial con procesos de Itô económicamente ponderados para analizar la dinámica de variables económicas.

De acuerdo con las anteriores estimaciones, la regresión logística geográficamente ponderada adquiere la forma:

$$\text{logit}(p_i) = \log \left(\frac{p_i}{1 - p_i} \right) = \beta_0(u_i + v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i$$

Siendo el estimador del vector β el siguiente:

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) Y$$

3. Caso de estudio

3.1. Contexto

Laureles es un barrio de estrato medio alto ubicado en la comuna Laureles Estadio, situada en el centro occidente de la ciudad de Medellín, Colombia, que según datos de la alcaldía de la ciudad para 2010 contaba con 5.683 viviendas, de las cuales el 97% estaban catalogadas como estrato cinco y el restante porcentaje como estrato cuatro. Los datos más recientes indican que en la comuna 11, en donde se ubica el barrio, habitan 41.376 hogares, de los cuales 12.219 ocupan una vivienda en arriendo o subarriendo.

La estructura urbana del barrio es bastante heterogénea y está conformada principalmente por viviendas multifamiliares y en menor medida por viviendas bifamiliares y trifamiliares antiguas. Con el paso del tiempo por estar ubicado en la zona central de la ciudad, el barrio ha desarrollado una cantidad importante de comercio en los primeros niveles de las edificaciones así como de edificios de oficinas. El barrio limita al norte con los barrios Lorena y Bolivariana, al occidente con el barrio Las Acacias, al sur con la comuna Belén y al oriente con el barrio Bolivariana y con la Universidad Pontificia Bolivariana.

El barrio Laureles cuenta dentro de su entorno con la avenida Bolivariana que permite una buena movilidad vehicular en el occidente de la ciudad. Adicionalmente el barrio limita con la avenida 33 que es una de las vías más transitadas de la ciudad y permite la conexión del occidente con el centro de la ciudad. Laureles cuenta una buena dotación de servicios de

estrato medio alto, entre los cuales se incluyen colegios privados, universidades, zonas verdes, zonas deportivas, iglesias y zonas comerciales como la ubicada alrededor del segundo parque de Laureles, lo que favorece la demanda de vivienda para compra y alquiler, de forma que según la Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia, es una de las zonas en las que más rápidamente se alquila o vende una vivienda usada en la ciudad, con un promedio de sesenta días.

La motivación del estudio radica en presentar un modelo logístico espacial para el mercado de arrendamientos del barrio Laureles, que permita predecir la probabilidad de que un apartamento pueda alquilarse en menos de dos meses, dadas las características básicas del mismo como su área o distancia al parque principal del barrio.

3.2. Datos utilizados

Para desarrollar el estudio se emplearon datos correspondientes a 140 cánones de arrendamiento de viviendas que se alquilaron durante 2015 en el barrio Laureles. La muestra representa el 2.46% del total de viviendas del barrio, aunque no todas las viviendas del barrio estaban alquiladas y tampoco todas estaban en oferta de arrendamiento durante 2015.

Los datos utilizados en el trabajo fueron aportados por la Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia y fueron obtenidos a partir de un recorrido de campo que realiza la empresa en los principales barrios de la ciudad, dado que por la difícil situación de seguridad del país ni los propietarios ni los arrendatarios dan a conocer estas cifras. La metodología de recolección de los datos está basada en un recorrido de campo que se hace mensualmente por todos los barrios, detectando los anuncios de ofertas de venta y arrendamiento de vivienda. Una vez se tiene el dato, se contacta telefónicamente a la empresa o persona que ofrece el inmueble y se indaga por aspectos relacionados con el inmueble en oferta. Cada mes se verifica si el inmueble continúa en oferta o si ya ha sido comercializado. Esta metodología permite obtener datos primarios de buena calidad para realizar un seguimiento al mercado inmobiliario de la ciudad.

Grafico 1. Plano de la zona



En el Gráfico 1 se observa el plano de la zona, resaltando en un color más oscuro las manzanas que hacen parte del barrio Laureles. Cada punto representa un dato de un inmueble arrendado.

Las estadísticas descriptivas de la tabla 1 muestran la diversidad de las viviendas en arrendamiento de la zona, que incluyen cánones por metro cuadrado de entre \$6.711 y \$32.500 por metro cuadrado, que estaban ubicados a una distancia de entre 49.5 y 830.9 metros lineales del segundo parque de Laureles.

Tabla 1. Descripción de la muestra de viviendas.

	Máximo	Mínimo	Promedio
Mes_dic	1	0	N.a.
Piso	14	1	N.a.
Distancia	830,87	49,5	357,62
Canonxm2	\$32.500	\$6.711	\$15.087
fecha	20	1	N.a.
garajes	2	0	N.a.
inmueble	47	1	16

Fuente: elaboración propia.

3.3. Definición de variables

Las variables utilizadas en la modelación son las siguientes:

Mes_dic: Es una variable binaria, toma el valor de 1 si el inmueble se alquiló en menos de dos meses y el valor de cero si le tomó más de dos meses arrendarse.

Fecha: Hace referencia al mes en el que la vivienda salió en oferta de arrendamiento al mercado, tomando a abril de 2014 como el primer mes y a noviembre de 2015 como el último. Mientras más tiempo tenga en el mercado más posibilidades tiene de alquilarse el inmueble.

Garajes: Corresponde al número de garajes con que cuenta una vivienda, en la medida en que el canon sea mayor, mayor será la probabilidad de que pueda alquilarse en menos de dos meses.

Distancia: Esta variable hace referencia a la distancia lineal que hay entre la vivienda y el parque de Laureles. Habitualmente los hogares prefieren ubicarse a cierta distancia del parque debido a que es una zona netamente comercial que genera ruido y un ambiente poco propicio para las viviendas. Se espera que a mayor distancia del parque mayor posibilidad de que la vivienda se alquile en menos de dos meses.

Canonxm2: Corresponde al canon por metro cuadrado de la vivienda, en la medida en que el canon sea menor, mayor será la probabilidad de que pueda alquilarse en menos de dos meses.

Piso: Se refiere al piso del edificio en que se encuentra ubicada la vivienda. Mientras mayor es el piso en que se encuentra la vivienda mayor probabilidad de que se alquile en menos dos meses.

Inmuebles: Esta variable recoge el total de inmuebles que hacen parte de la copropiedad en que se encuentra el apartamento. En la medida en que sea mayor el número de inmuebles de la copropiedad, menor será la posibilidad de que pueda alquilarse en menos de dos meses.

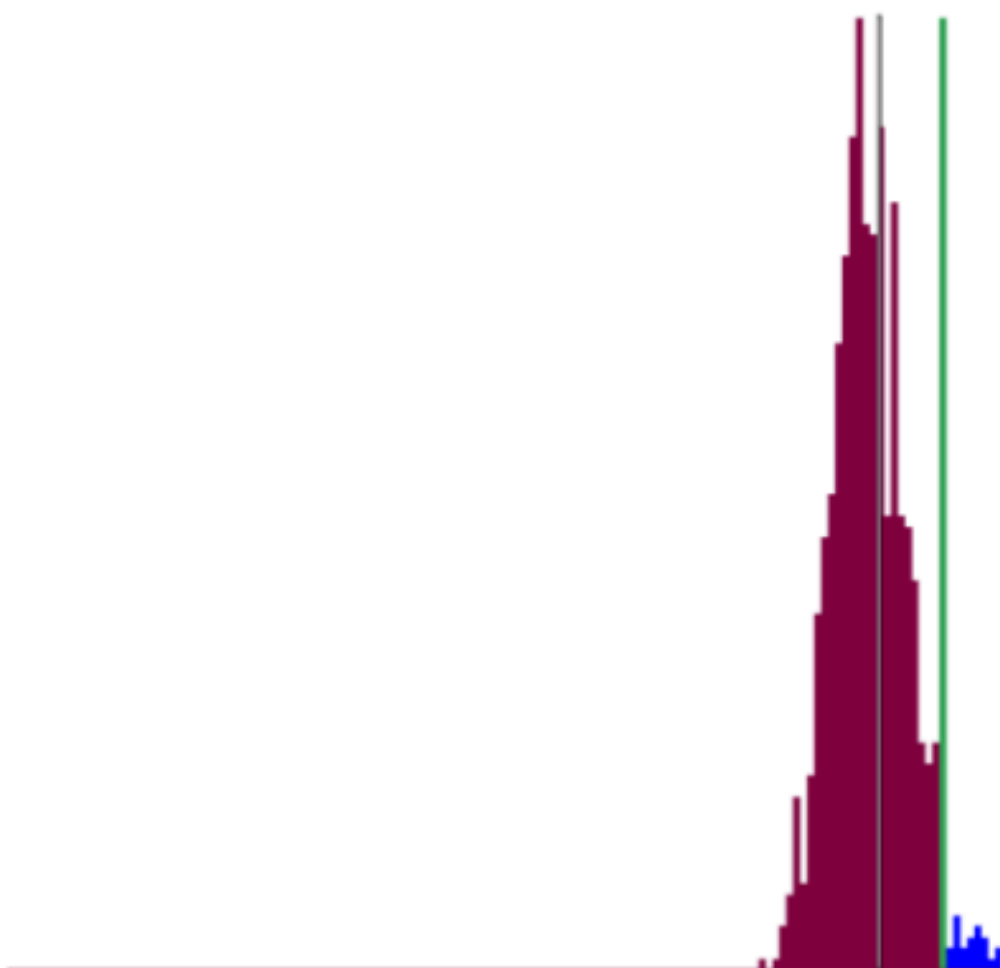
A continuación se presentan los resultados obtenidos empleando la metodología de regresiones ponderadas geográficamente, a partir de las cuales se realizan comparaciones y se obtienen las conclusiones.

4. Resultados

Al emplear datos espaciales es necesario verificar la existencia de autocorrelación espacial, para lo cual se utiliza el estadístico conocido como I de Moran. Como se presenta en el Gráfico 2, con un valor p de 0.001, es posible afirmar con un 95% de confianza, que no existe evidencia de la existencia de no autocorrelación espacial de los datos; es decir, deben tenerse en cuenta los efectos espaciales de los datos para realizar el análisis. Para ellos se emplea una matriz de pesos espaciales W , generada con el método *K-Nearest neighborhood* igual a 4, ya que se asume que cada vivienda considerada tiene cuatro viviendas vecinas, en la muestra, con características similares a ella.

Gráfico 2. Valor p y función de densidad de probabilidad

permutations: 999
pseudo p-value: 0.020000



l: 0.0785 f: -0.0072 mean: -0.0087 sd: 0.0425 z-value: 2.0493

Fuente: elaboración propia con base en el software *GeoDa*.

Una vez verificada la existencia relaciones espaciales entre las variables utilizadas, se empleó el programa GWR3 para estimar una regresión logística ponderada geográficamente. Luego de nueve iteraciones, se obtuvo el siguiente criterio de minimización de Akaike:

Tabla 2. Ancho de Banda

Iteración	Bandwidth	AICc
1	57,50251256	2495,386763

2	74,50000000	2665,308713
3	46,99748757	2265,331717
4	40,50502506	2119,762386
5	36,49246255	2024,370178
6	34,01256254	1961,561404
7	32,47990004	1908,538715
8	31,53266251	1908,538715
9	30,94723753	1852,574189

Grafico 3. Resultados



Fuente: elaboración propia con base en el software Mapinfo.

El grafico 3 muestra las predicciones correctas e incorrectas del modelo. De las 140 predicciones, 97 acertaron en predecir si una vivienda se alquilaba en un tiempo mayor o menor a los dos meses. Los puntos azules muestran las predicciones adecuadas de los modelos, mientras que los puntos rojos corresponden a predicciones incorrectas.

5. Conclusiones

En este trabajo se utilizaron regresiones logísticas geográficamente ponderadas para estudiar la probabilidad de que una vivienda pueda arrendarse en menos de dos meses en el barrio Laureles. En este contexto los modelos GWR permiten realizar análisis de datos espaciales, gracias a que permiten evitar los problemas derivados de la heterogeneidad y correlación espacial de los mismos.

Los modelos especificados resultaron ser relevantes en 97 de los 140 casos estudiados, mostrando que variables como el número de inmuebles dentro de la copropiedad, la distancia al parque de Laureles y el número de garajes entre otros incrementan la

probabilidad de que el inmueble se alquile en menos de tres meses, mientras que la mayor área de las viviendas reduce la probabilidad de que sea alquilado rápidamente.

Próximos trabajos estarán enfocados en desarrollar modelos espaciales geográficamente ponderados que permitan predecir la probabilidad de que un inmueble logre arrendarse en un lapso determinado dadas las características intrínsecas del mismo y de su cercanía a vías públicas, aeropuertos o parques naturales.

Referencias

- AGUDELO, J. E.; Agudelo, G. A.; Franco, L. C.; Franco, L. E. (2015). Efecto de un estadio deportivo en los precios de arrendamiento de viviendas: una aplicación de regresión ponderada geográficamente (GWR). *Ecos de Economía*, 19(40), 66-80.
- ALCALDÍA DE MEDELLÍN. (2010). Viviendas residenciales estratificadas por comuna y barrio, según estrato. Recuperado de: <https://www.medellin.gov.co>
- ANAS, A. (1990). Taste heterogeneity and urban spatial structure: The logit model and monocentric theory reconciled. *Journal of Urban Economics*, 28(3), 318-335.
- AUGUSTIN, N. H.; Cummins, R. P.; French, D. D. (2001). Exploring spatial vegetation dynamics using logistic regression and a multinomial logit model. *Journal of Applied Ecology*, 38(5), 991-1006.
- AUTANT-BERNARD, C. (2006). Where do firms choose to locate their R&D? A spatial conditional logit analysis on french data. *European Planning Studies*, 14(9), 1187-1208.
- BHAT, C. R.; Sener, I. N. (2009). A copula-based closed-form binary logit choice model for accommodating spatial correlation across observational units. *Journal of Geographical Systems*, 11(3), 243-272.
- BASU, S.; Thibodeau, TG. (1998). Analysis of spatial autocorrelation in house prices. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17:61-85.
- BEATY, J. (1952). Rental real estate often a good investment. *Med Econ*. 5(6): 93 – 94.
- BITTER, C.; Mulligan, G.; Dall'erba, S. (2007). Incorporating spatial variation in housing attribute prices: a comparison of geographically weighted regression and the spatial expansion method. *Journal of Geographical Systems*, 9(1): 7-27.
- CARL, G., & Kühn, I. (2007). Analyzing spatial autocorrelation in species distributions using gaussian and logit models. *Ecological Modelling*, 207(2-4), 159-170.
- DEWEY, L.; DeTuro, P. (1950). Should I invest in real estate? *Med Econ*. 28(3): 85 – 93.
- LANCASTER, K. (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*. 74(1):132 – 157.
- LEE, H. L.; Cohen, M. A. (1985). A multinomial logit model for the spatial distribution of hospital utilization. *Journal of Business and Economic Statistics*, 3(2), 159-168.
- LI, M.; Wu, J.; Deng, X. (2013). Identifying drivers of land use change in china: A spatial multinomial logit model analysis. *Land Economics*, 89(4), 632-654.
- LU, B.; Charlton, M.; Fotheringham, A. S. (2011) Geographically Weighted Regression Using a Non-Euclidean Distance Metric with a Study on London House Price Data. *Procedia Environmental Sciences*, 7, 92-97.
- ROSEN, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation and pure competition. *Journal of Political Economy*. 82: 34 – 55.
- SELIM, H. (2009). Determinants of house prices in Turkey: Hedonic regression. *Expert Systems with Applications*, 36 (2), pp. 2843–2845.
- SHEPPARD, S. (1999). Hedonic analysis of housing markets. En: P.C. Cheshire, E.S. Mills (Eds.), *Handbook of regional and Urban Economics*, vol. 3, pp. 1595–1635 North Holland, Amsterdam.
- VENEGAS-MARTÍNEZ, F.; Agudelo, G.A.; Franco, L.C.; Franco, L.E. (2016). [Precio del dólar estadounidense en el mundo Procesos de Itô económicamente ponderados en un análisis](#)

[espacial](#). Economía y Sociedad. 42 (20). 83-105. México.

YU, D. (2004). Modeling housing market dynamics in the city of Milwaukee: a geographically weighted regression approach. En internet:

<http://www.ucgis.org/ucgisfall2004/studentpapers/files/danlinyu.pdf>

ZHOU, B.; Kockelman, K. M. (2008). Neighborhood impacts on land use change: A multinomial logit model of spatial relationships. *Annals of Regional Science*, 42(2), 321-340.

1. Departamento de Finanzas, Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM.

2. Departamento de Finanzas, Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM.

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 23) Año 2017

[\[Índice\]](#)

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados