

## FACTORES QUE INFLUYEN EN EL VALOR DEL SUELO URBANO EN BARRANQUERAS, PROVINCIA DEL CHACO, REP. ARGENTINA

ARIAS, Federico Carlos<sup>1,2</sup>; CARDOZO, Osvaldo Daniel<sup>1</sup>; DA SILVA, Cristian Javier<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Geografía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)-CONICET. <sup>2</sup>fedearias.-@hotmail.com; ariasfedericocarlos@conicet.gov.ar

### RESUMEN

En el análisis de la dinámica urbana la actividad inmobiliaria tiene un rol preponderante debido a la estrecha relación que guarda con el loteo de nuevos terrenos que se incorporan al área urbana consolidada, siendo uno de sus indicadores más evidentes el valor del suelo por unidad de área. En este sentido, la identificación de algún tipo de tendencia o patrón en la manifestación espacial de esta variable, resulta una tarea primordial para la planificación del suelo urbano. El objetivo es indagar el peso de algunos factores en el valor del suelo para la ciudad de Barranqueras. Las variables regresoras reúnen un conjunto de características tanto internas (superficie, cuartos, patio, garaje, etc) como externas al inmueble (pavimento, distancias, cloaca, etc), que son modeladas mediante análisis de regresión lineal múltiple. En cuanto a los resultados, cabe señalar la obtención de dos modelos con niveles de explicación superiores al 60 % y que guardan coherencia tanto desde el punto de vistas teórico como estadístico.

**Palabras Clave:** Inmueble, Regresión lineal Múltiple, Modelo

### EXPLANATORY FACTORS OF THE VALUE OF URBAN LAND IN BARRANQUERAS, ARGENTINA

#### ABSTRACT

In the analysis of the urban dynamics the real estate activity has a strong influence due to the close relationship that it keeps with the piece of land that are incorporated to the build-up urban area, being one of its most evident indicators the value of the land by unit area. The identification of some type of pattern in the spatial manifestation of these variable, is a primordial works for urban planning. The objective is to explore the weight of some explanatory factors in the land value in Barranqueras (Chaco, Argentina). The regression variables have a set of characteristics, both internal (surface, rooms, courtyard, garage, etc.) and external to the building (pavement, distances, sewer, etc.), which are modeled by multiple linear regression analysis. Two models were obtained with levels of explanation above 60% and coherent both from the theoretical and statistical point of view.

**Keywords:** Real estate, Multiple Linear Regression, Model.

## Introducción

La Globalización es entendida como un proceso de mundialización del capital financiero, industrial, y comercial con el fin de maximizar los mercados. Una de sus características más notables es la deslocalización geográfica de los procesos productivos, distributivos y consumo, donde el foco está situado en el capital y las ganancias que se logran con él (Mateus y Brasset, 2002). Las ciudades se ven influenciadas por este fenómeno que provoca, principalmente, cambios funcionales y/o morfológicos como son el crecimiento de las zonas periféricas -crecimiento horizontal-, el aumento constante de las edificaciones -crecimiento vertical- y los cambios en los usos del suelo -uno de los más dinámicos-, a partir de los cuales se generan oportunidades para el desarrollo de actividades económicas de distinta índole. Entre ellas, se destaca la actividad inmobiliaria que, desde el punto de vista del urbanismo posmodernista, ha tomado un papel preponderante ya que se caracteriza por ser dinámico y pareciera ser una opción importante en el desarrollo de las ciudades, de manera que el mercado inmobiliario se plantea como un componente trascendental en la dinámica de las áreas urbanas.

Haciendo hincapié en esta actividad se advierte que, la manera en que se materializa sobre el espacio es a través del precio. En este sentido surge la incógnita de saber cuál es la ubicación, distribución y causalidad que indirectamente nos lleva a preguntarnos acerca de su medición. Ante este interrogante subyacen diferentes métodos para llevarlo a cabo que, en este caso particular, se basa en los métodos estadísticos que buscan determinar el precio y los factores que influyen en su conformación (Jaramillo, 1994 citado en Revollo Fernández, 2009). Es válido decir que este método se encuentra enmarcado dentro de la “teoría de precios hedónicos” que plantea la posibilidad de estimar los precios implícitos de un bien de tipo heterogéneo a partir de sus características (Azucena et al., 2004). Asimismo, constituye un significativo avance metodológico para la modelación de mercados implícitos por atributos mediante la aplicación de técnicas econométricas y así es capaz de medir el valor de un bien compuesto y analizar la forma en que se mezclan sus atributos (Lever, 2009).

Como área de estudio, se propone a la ciudad de Barranqueras (Fig. 1) localidad de la Provincia del Chaco ubicada en el Departamento San Fernando y que integra el Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR). Está ubicada a una distancia de 7 km de la ciudad de Resistencia (capital provincial), a 10 km del Aeropuerto Internacional y a 10 km de la Provincia de Corrientes a través del puente interprovincial Gral. Manuel Belgrano.

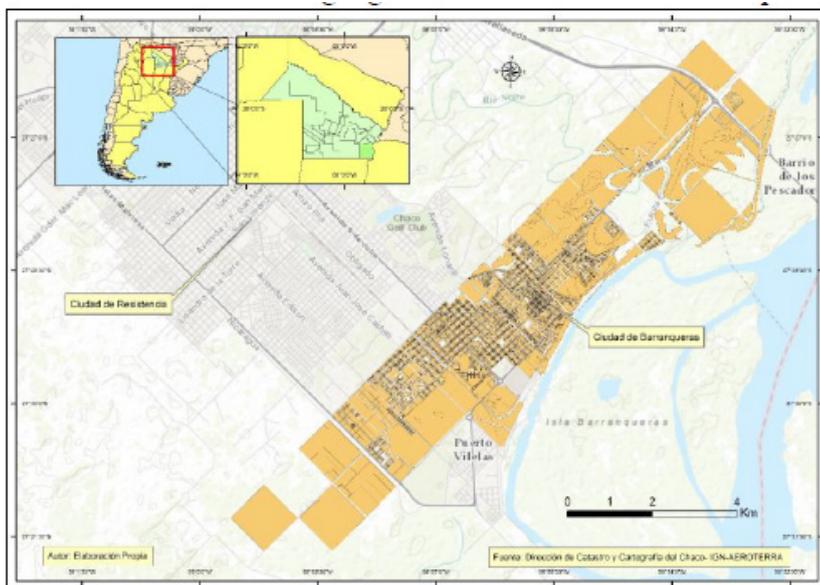


Fig. 1: Localización geográfica de la ciudad de Barranqueras.

En función del marco planteado, se seleccionan como objetivos la identificación, la ubicación y la distribución del precio del suelo en la ciudad de Barranqueras entre los años 2015 y 2017 y el análisis de la relación del mismo con variables internas y externas al inmueble.

## Materiales y Métodos

### 1) Recopilación y obtención de los datos

- Los datos fueron relevados desde diferentes publicaciones periódicas de sitios web especializadas en servicios relacionadas a ventas de inmuebles (viviendas y departamentos). Dentro de estas páginas se menciona a OLX, Argenprop, mutla, entre otras. Cabe destacar que, en esta oportunidad, se excluyó del relevamiento aquellos sitios web correspondientes a las inmobiliarias ya que los criterios tomados para la valoración del inmueble difieren bastante de los tenidos en cuenta por vendedores particulares.
- Dentro de las variables que se obtuvieron con la metodología expresada con anterioridad se enuncian las siguientes: precio del m<sup>2</sup> (variable dependiente), superficie pavimento, ripio, agua, luz, cloaca, piezas, comedor, living, salón, baño, cocina, quincho, patio, garaje, lavadero, y terraza (variables independientes).
- Por otro lado, se relevó otro tipo de variables consideradas externas al inmueble, que consistió en el cálculo de la distancia en metros desde cada inmueble hasta

las principales avenidas de la ciudad. Cabe señalar que para obtener estas variables se emplearon herramientas destinadas al cálculo de proximidad disponibles en el software ArcGIS 10.x, que permite obtener la distancia euclidiana que existe entre cada una de las viviendas y la avenida más próxima. De esta forma se obtuvieron dos variables, una de distancia a tres avenidas (Diagonal Eva Perón, Laprida y España) y otra a cuatro avenidas (Diagonal Eva Perón, Laprida, España y San Martín). Ver Tabla 1.

Tabla 1: Variables empleadas

Tipo	Variable original	Agrupadas	Transformación	Unidad de Medida
<b>Dependiente</b>	Precio	Precio por m2	Logaritmo en base 10 del precio por m2	Logaritmo
<b>Independientes</b>	Superficie	Se combinó a la variable precio	No corresponde	Metros cuadrados
	Pavimento	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Ripio	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Agua	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Luz	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Cloaca	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Piezas	No corresponde	No corresponde	Ordinal
	Comedor	No corresponde	No corresponde	Ordinal
	Living	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Salón	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Baño	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Cocina	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Quincho	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Patio	No corresponde	No corresponde	Ordinal
	Garaje	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Lavadero	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Terraza	No corresponde	No corresponde	Dummy
	Distancia a 3 avenidas	No corresponde	Logaritmo en base 10 Distancia a tres avenidas	Logaritmo
	Distancia a 4 avenidas	No corresponde	Logaritmo en base 10 Distancia a tres avenidas	Logaritmo

## 2) Problemas de normalidad y correlación

Una de las condiciones necesarias para ajustar un modelo lineal es que las variables se aproximen a una distribución normal, excepto en el caso de las Dummy. El contraste de normalidad puso en evidencia la existencia de falta de ajuste en algunas variables (precio por metro cuadrado, distancia a avenidas). En todos los casos se obtuvo una buena respuesta al transformarlos por el logaritmo natural (base 10) tal como se observa en la Fig. 2.

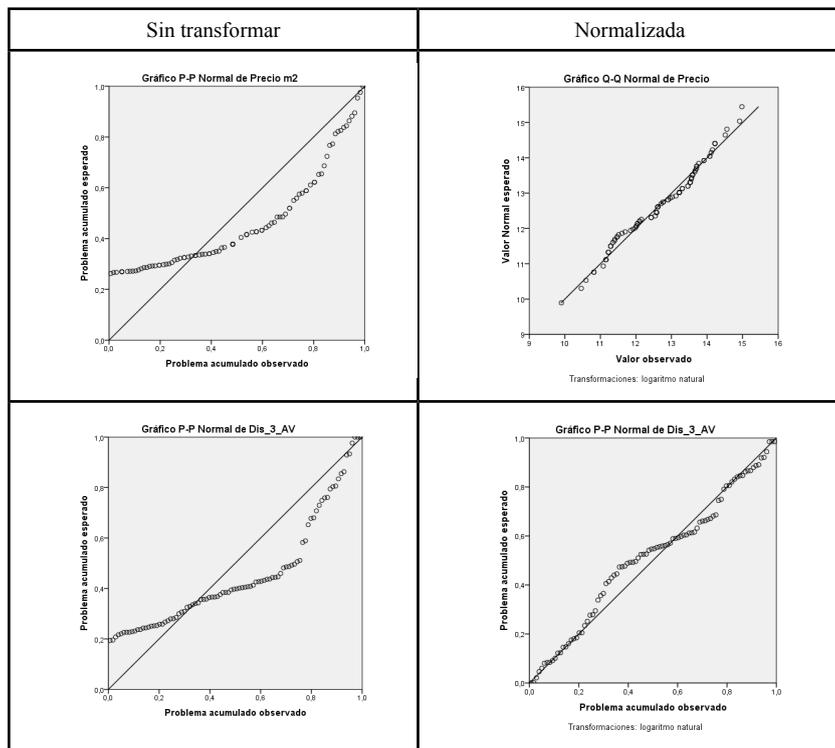


Fig. 2: Variables normalizadas empleando el logaritmo en base diez.

Esta transformación nos permitirá cumplir con el supuesto de normalidad en los modelos de regresión lineal y esto es importante, porque cuando se cumple el criterio de normalidad es posible llevar a cabo una evaluación inferencial (Pérez López, 2005).

Otra consideración importante previa a la combinación lineal de las variables en un modelo es el análisis de correlación. Esta condición se evaluó a través de una matriz de

correlaciones bivariadas a un nivel de significación del 5 % ( $\alpha = 0,05$ ). Las mayores correlaciones con la variable dependiente corresponden a pavimento (0,375), piezas (0,509), comedor (0,537), baño (0,537), cocina (0,508), garaje (0,518), distancia a tres avenidas (-0,619), distancia a cuatro avenidas (-0,616), logaritmo a tres avenidas (-0,740) y logaritmo a cuatro avenidas (-0,725). Sin embargo, entre algunas de las independientes se detecta correlación, por lo que se debería seleccionar a fin de evitar problemas de colinealidad.

### 3) Modelo de Regresión Lineal Múltiple

El modelo de regresión lineal múltiple es la ecuación que expresa cómo se relaciona la variable dependiente con las variables independientes. La ecuación se expresa con la siguiente formulación matemática (Anderson et al., 2008):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_P X_P + \varepsilon$$

Con este modelo se pretende identificar y medir el efecto producido por algunos factores internos y externos sobre el valor de los inmuebles (viviendas y departamentos). En este contexto, esta técnica estadística es una de las más frecuentes en la aproximación hedónica para el modelado de relaciones entre variables ya que sus resultados indican la dirección, el tamaño y la significancia estadística de la relación entre un predictor y una respuesta.

Para la generación de este tipo de modelos es importante tener en cuenta los supuestos en lo que se inserta. A continuación, se explican de manera sintética los supuestos básicos (Gujarati y Porter, 2010):

- Linealidad: hace referencia a que entre la variable dependiente y las independientes debe existir una relación lineal.
- Ausencia de errores de medición: plantea que las variables independientes son consideradas fijas y no están sujetas a errores de medición.
- Normalidad de los Residuos: los residuales deben distribuirse normalmente para cada valor de la variable independiente.
- La media de los residuales debe ser igual a 0.
- Homocedasticidad: la varianza del término de error o de perturbación es la misma sin importar el valor de X (variable independiente/s)
- No Colinealidad: establece que entre las variables independientes no debe existir relación lineal.
- No autocorrelación entre las perturbaciones o residuales: establece que las observaciones se distribuyen aleatoriamente.
- El número de observaciones debe ser mayor al número de variables independientes.

Con el conjunto de datos se corrieron numerosos modelos con todas las variables (método introducir) calculadas y luego aplicando los distintos métodos de selección (eliminar, hacia atrás, hacia adelante, pasos sucesivos) disponibles en el software estadístico SPSS. Esto permitió evaluar distintos modelos en función a la bondad de

ajuste ( $R^2$  y  $R^2$  ajustado), los coeficientes (valor y signo), así como la significación estadística de cada uno de ellos.

## Resultados

Se seleccionaron finalmente dos modelos. El primero de ellos resultó de la aplicación del método de pasos sucesivos mientras que el segundo responde más a una cuestión lógica basada en el análisis teórico (Tabla 2).

Tabla 2: Modelos obtenidos con selección de pasos sucesivos

Modelos	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
Modelo 1	0,822 <sup>b</sup>	0,676	0,668	0,31156961	1,723
Modelo 2	0,795 <sup>a</sup>	0,632	0,619	0,3339208	1,852

El primer modelo seleccionó dos variables: distancia a 3 avenidas y garaje, logrando un  $R^2$  ajustado de 0,66, es decir que explica el 66 % de la variabilidad del precio del suelo. El segundo modelo incorpora tres variables: distancia a 3 avenidas, pavimento y número de piezas, logrando un  $R^2$  ajustado de 0,619. Esto significa que explica aproximadamente el 62 % de la variabilidad del precio, aunque con una leve mejora en el estadístico Durbin-Watson.

Tabla 3: Coeficientes del modelo 1

Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta			Índice de Condición	VIF
(Constante)	5,055	0,216		23,442	0	1	
Dis_3_AV	-0,784	0,074	-0,656	-10,568	0	1,893	1,056
Garage	0,422	0,071	0,368	5,928	0	14,136	1,056

Los coeficientes del modelo 1 (Tabla 3) no presentan problemas de significación (t valor), sus valores son lógicos y con el signo esperado. El coeficiente de mayor peso es inverso (Distancia a 3 avenidas), aunque viendo los b estandarizados no es amplia la diferencia con la otra variable (Garaje). En el caso de la Distancia a 3 avenidas, su elasticidad respecto al valor del suelo indica que, por cada metro que nos alejamos de las avenidas, el precio cae 0,7 (log del precio x m<sup>2</sup>).

Tabla 4: Coeficientes del modelo 2

Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta			Índice de Condición	VIF
(Constante)	4,788	0,266		17,994	0	1	
Pavimento	0,197	0,091	0,148	2,163	0,033	1,632	1,119
Piezas	0,106	0,027	0,272	3,908	0	1,98	1,157
Dis_3_AV	-0,707	0,087	-0,591	-8,099	0	3,576	1,274

El segundo modelo (Tabla 4), como en el caso anterior, no presenta problemas de significación (t valor) en los coeficientes estimados, posee valores lógicos y el signo esperado, por ejemplo, la distancia es de esperar que tenga un comportamiento inverso a la variable respuesta. El coeficiente de mayor peso es Distancia a 3 avenidas, aunque observando los coeficientes estandarizados la variable de mayor incidencia es Pavimento. En este caso, su elasticidad respecto al valor del suelo indica que la sola existencia de pavimento en el inmueble, el valor aumenta 0,19 (log del precio x m<sup>2</sup>).

La presencia de multicolinealidad en los productos de la correlación lineal entre las variables seleccionadas en ambos modelos se descarta al observar los VIF estimados, ya que todos los valores están muy próximos a 1. Tampoco en el Índice de Condición se observan problemas, ya que todos los valores estimados están por debajo del 5 como un umbral peligroso.

Por otro lado, una tarea importante para evaluar la performance del modelo tiene que ver con el análisis de los residuales de cada modelo (términos de error) en la búsqueda de algún tipo de tendencia que indique la presencia de sesgos en las predicciones. Si se observa la Fig. 2, ambos modelos, el PP Normal es muy aceptable en términos estadísticos, ya que ajustan a la línea de tendencia mientras que, en lo gráficos de dispersión se espera un comportamiento más disperso aún, es decir, con menor tendencia en los residuales pero, a partir de los objetivos con que se partió, se pueden tener en cuenta.

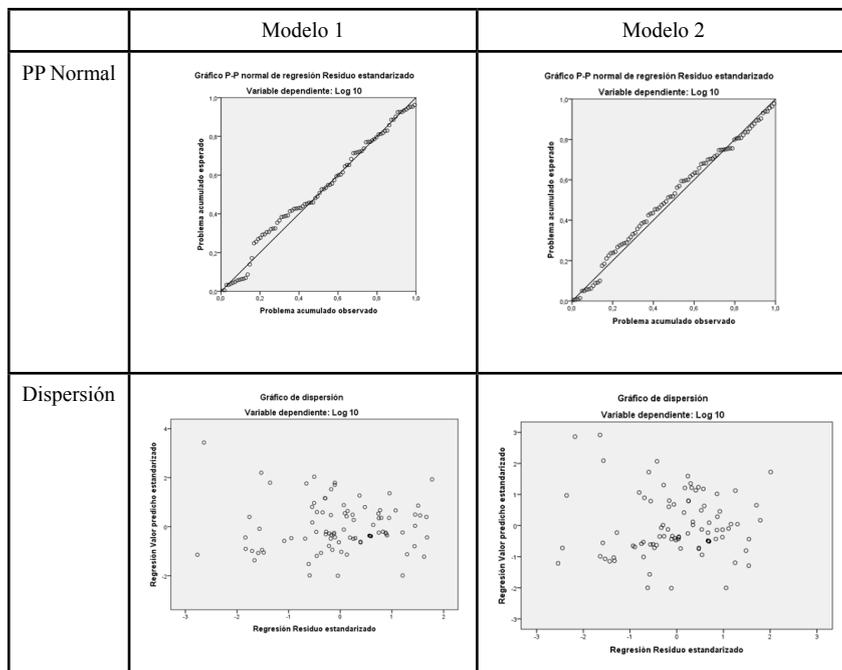


Fig. 2: Variables normalizadas empleando el logaritmo en base diez.

## Discusión y Conclusión

El primer modelo es mejor desde el punto de vista estadístico, ya que posee una mejor bondad de ajuste (casi un 5 % más) e incluso la diferencia entre sus  $R^2$  y  $R^2$  ajustado es menor (0,8 %) que el modelo dos (0,13 %), lo cual es una condición deseable en cualquier modelo por su poder de explicación y predicción. No obstante, lo interesante del modelo 2 recala en su importancia teórica por lo que puede significar, para una futura modelización, la inclusión de la variable pieza y pavimento ya que se espera que, la presencia/cantidad de estas variables, juegue un papel fundamental en la formación del precio de los inmuebles en el caso de las viviendas y departamentos.

Por último, vale destacar la importancia que presenta en este tipo de trabajo el empleo de modelos, ya que en la comunidad científica se suele observar cierta reticencia a su empleo, por su alto contenido estadístico-matemático. Lo cierto es que su aplicación a un contexto real depende de cómo se los emplea y, por sobre todo, que no deben ser entendidos como maneras de resolver todos los problemas que acusa un

objeto de investigación sino como un complemento indispensable. En la misma línea, la regresión lineal múltiple es una metodología bastante robusta para el tipo de variable que hemos empleado (geográficas y económicas) lo que dificulta su aplicación sin antes hacer ciertas transformaciones (necesarias) que pueden dificultar la interpretación, pero que es eficiente para relacionar y encontrar algunos factores explicativos de la variable precio por metros cuadrados.

## Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por el acompañamiento profesional brindado al equipo de investigación, en sus diferentes circunstancias y a los evaluadores del presente trabajo por el tiempo dedicado a la lectura y comprensión del mismo.

## Referencias

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., y Williams, T. A. (2008). *Estadística para Administración y Economía*. Editorial Cengage Learning.
- Anderson, T.R. (1962). Social and Economic Factors affecting the Location of Residential Neighborhoods. *Papers and Proceedings, Regional Science Association* 9, 161-170.
- Arias, F.C., Ortiz, R.G., Cardozo, O.D., y Da Silva, C.J. (2013). Análisis de la Distribución Espacial de Actividades Económicas en la Ciudad de Resistencia, Argentina. V Seminario Internacional Sobre Políticas Urbanas, Gestión Territorial y Ambiental para el Desarrollo Local. Instituto de Planeamiento Urbano y Regional - Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNNE. Resistencia, Chaco.
- Cano Guervós, R. A., y Chica Olmo, J. M. (2004). *Una Metodología Objetiva para las Valoraciones Inmobiliarias*. Capítulo 7. Universidad de Granada. España, 121-148.
- Da Silva, C.J., Cardozo, O.D., y Arias, F.C. (2015). Aplicación de Modelos de Regresión Múltiple en la Explicación del Precio Fiscal del Suelo en Resistencia. 6to. Seminario sobre Políticas Urbanas. Gestión Territorial y Ambiental para el Desarrollo Local. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Resistencia, Chaco.
- Evollo Fernández, D. A. (2009). Calidad de la vivienda a partir de la metodología de precios hedónicos para la ciudad de Bogotá – Colombia. *Revista Digital Universitaria*, 7, 1-17. URL: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art43/art43.htm>
- Goodman, A. C. (1977). Hedonic Prices, Price Indices and Housing Markets. *Journal OF Urban Economics*, 5, 471-484.
- Gujarati, D. N., y Porter, D. C. (2010). *Econometría*. Editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Humarán Nahed, I., y Roca Cladera, J. (2010). Hacia una medida integrada del Factor de Localización en la valoración residencial: el caso de Mazatlán. *ACE. Architecture, City and Environment*, 13, 185-218.

- Lever, G. D. (2009). El Modelo de Precios Hedónicos. *Asociación de Arquitectos Tasadores de Chile* (Asatch), 1-13.
- Meloni, O. Y Ruiz Núñez. F. (2002). El precio de los terrenos y el valor de sus atributos. Un enfoque de precios hedónicos. *Económica*, XLVIII, nro 1-2, 69-88.
- Montgomery, D. C., Peck, E.A., y Geoffrey Vining, G. (2007). *Introducción al Análisis de Regresión Lineal*. México. Grupo editorial Patria.
- Núñez Cerda, F., y Schovelin Surhoff, R. (2002). Modelos de Precio de Suelo Urbano en Gran Concepción. *Revista Ingeniería Industrial 1, 1*, 47-58.
- Núñez Cerda, F.J., y Roca Cladera, J. (2007). Especificación y estimación de modelos de formación de precios del suelo urbano en el Gran Concepción, Chile. *ACE. Architecture, City and Environment 2, 4*, 554-584.
- Ortiz, R.G., Arias, F.C., Da Silva, C.J., y Cardozo, O.D. (2015). Análisis espacial del precio del suelo con modelos de regresión lineal múltiple (MRLM) y Sistemas de Información Geográfica (SIG), Resistencia (Argentina). *Revista Geográfica de Valparaíso*, 51, 57-74.
- Pérez López, César. (2005). *Métodos Estadísticos Avanzados con SPSS*. Madrid, España. Editorial Thomson.
- Ridker, R.G., Y Henning, J.A. (1967). The Determinants of Residenatial Property Values with Special Reference to Air Pollution. *The Review of Economics and Statistics* 2, 246-257. URL: <http://www.jstor.org/stable/1928231>
- Vecchione De Ochoa, L. (2007). Un modelo del valor del suelo urbano en el área metropolitana de Mérida. *Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Universidad de los Andes*, 189-211.

