Análisis de los valores de mercado de bienes inmuebles urbanos en el barrio Buceo (Montevideo, Uruguay) mediante regresión múltiple, regresión espacial y geoestadística.

Análise dos valores de mercado de imóveis urbanos no bairro Buceo (Montevidéu, Uruguai) por meio de regressão múltipla, regressão espacial e geoestatística.

Mateo Rossi Merlo [1]

Natalia De Los Santos Julian [2]

Romina Ferreira Cochubey [3]

Carlos Alberto Peruzzo Trivelloni [4]

RESUMEN: El presente estudio analiza los valores de mercado de bienes inmuebles urbanos del barrio Buceo, Montevideo (Uruguay), a partir de una muestra de 188 ofertas de venta y alquiler de casas y apartamentos. La información fue obtenida mediante el relevamiento de portales inmobiliarios, verificación en campo y consulta de información oficial proveniente de la Dirección Nacional de Catastro y de la Intendencia de Montevideo. A partir de estos datos se conformó una base de datos con variables intrínsecas de los inmuebles, como área del predio, área edificada, categoría, estado de conservación y antigüedad, así como variables de localización relacionadas con el entorno urbano. El análisis se desarrolló mediante técnicas de regresión múltiple, regresión espacial y geoestadística. El modelo inicial alcanzó un coeficiente de determinación (R^2) de 97,7 %, incorporando explícitamente variables de distancia a las principales vías de circulación y a infraestructuras urbanas relevantes. Posteriormente, a partir de la estimación geoestadística del valor de localización, se obtuvo un modelo alternativo con R^2 de 94,6 %, en el que la componente espacial quedó representada mediante una única variable de valor de localización estimado. Como resultado se obtuvo un mapa del valor de localización que evidencia diferencias de valorización entre las distintas zonas del barrio. Las áreas próximas a la rambla, avenidas principales y centros comerciales presentan los mayores valores inmobiliarios, mientras que el sector central y el norte registran menores niveles. Los resultados demuestran que la integración de inferencia estadística, análisis espacial y geoestadística constituye una metodología robusta para la estimación del valor inmobiliario urbano.

Palabras clave: valorización inmobiliaria; inferencia estadística; análisis espacial; kriging; variograma.

RESUMO: O presente estudo analisa os valores de mercado de bens imóveis urbanos do bairro Buceo, Montevidéu (Uruguai), a partir de uma amostra de 188 ofertas de venda e aluguel de casas e apartamentos. As informações foram obtidas por meio do levantamento de portais imobiliários, verificação em campo e consulta a dados oficiais provenientes da Dirección Nacional de Catastro e da Intendencia de Montevideo. A partir desses dados, foi constituída uma base de dados com variáveis intrínsecas dos imóveis, como área do terreno, área construída, categoria, estado de conservação e idade, bem como variáveis de localização relacionadas ao entorno urbano. A análise foi desenvolvida por meio de técnicas de regressão múltipla, regressão espacial e geoestatística. O modelo inicial atingiu um coeficiente de determinação (R^2) de 97,7%, incorporando explicitamente variáveis de distância às principais vias de circulação e a infraestruturas urbanas relevantes. Posteriormente, a partir da estimativa geoestatística do valor de localização, obteve-se um modelo alternativo com R^2 de 94,6%, no qual a componente espacial ficou representada por uma única variável de valor de localização estimado. Como resultado, obteve-se um mapa do valor de localização que evidencia diferenças de valorização entre as distintas zonas do bairro. As áreas próximas à orla (rambla), avenidas principais e centros comerciais apresentam os maiores valores imobiliários, enquanto o setor central e o norte registram menores níveis. Os resultados demonstram que a integração de inferência estatística, análise espacial e geoestatística constitui uma metodologia

[1] Universidad de la República – Facultad de Ingeniería - Instituto de Agrimensura / mrossimerlo@gmail.com
[2] Universidad de la República – Facultad de Ingeniería - Instituto de Agrimensura / natudls-1354@hotmail.com
[3] Universidad de la República – Facultad de Ingeniería - Instituto de Agrimensura / ferreiraromina2003@gmail.com
[4] Universidad de la República – Facultad de Ingeniería - Instituto de Agrimensura / carlos.peruzzo@gmail.com

robusta para a estimativa do valor imobiliário urbano.

Palavras-chave: avaliação imobiliária; inferência estatística; análise espacial; krigagem; variograma.

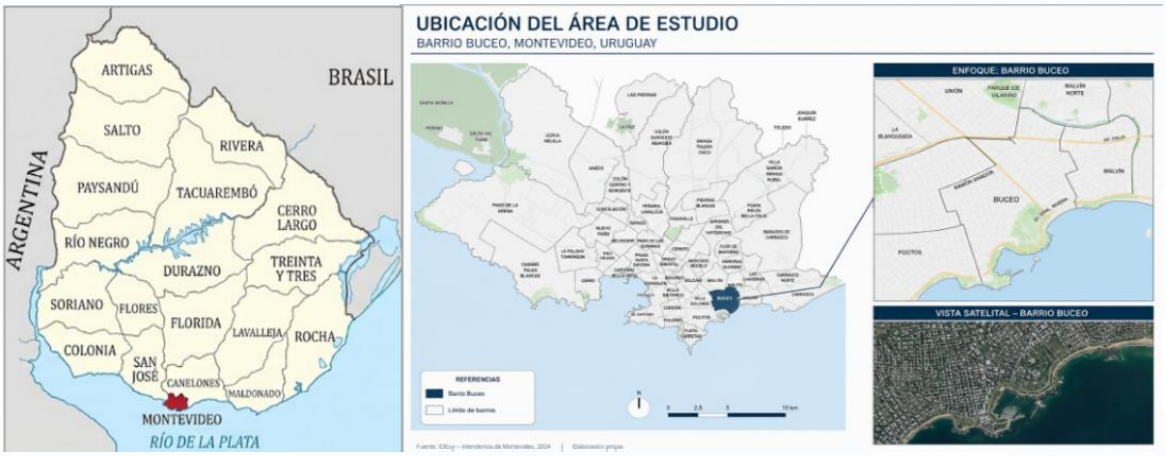
1 INTRODUCCIÓN

La valoración inmobiliaria constituye una herramienta fundamental para la planificación territorial, la gestión catastral y la toma de decisiones en el mercado inmobiliario, al permitir comprender el comportamiento espacial de los valores y los factores que los determinan.

Diversos estudios han demostrado que la integración de técnicas de inferencia estadística, a partir de trabajos como la propuesta seminal de Rosen (1974) y la sistematización propuesta por Dantas (1998) entre otros, y técnicas de análisis espacial y geoestadística permite modelar la influencia de las características físicas y de la localización sobre el valor de mercado de los inmuebles (Dantas et al., 2002; Dantas et al., 2003; Michael, 2004; Peruzzo Trivelloni, 2005; Oliveira et al., 2016; Duarte et al., 2022).

Uruguay, ubicado al sureste de América del Sur, limita con Argentina y Brasil. Su capital, Montevideo (Figura 1), se divide administrativamente en barrios, siendo Buceo el área de estudio del presente trabajo. Ubicado al sureste del departamento, limita con Pocitos, Parque Batlle, Unión y Malvín, y presenta una importante diversidad de usos, tipologías edilicias y valores de mercado.

Figura 1 y 2. Mapa de ubicación de Montevideo y del barrio de Buceo.



Fuente: Imagen generada de manera asistida mediante la herramienta de IA Gemini (Google, 2026) con fines estrictamente ilustrativos y de localización.

La presencia de la rambla, el Puerto del Buceo, Montevideo Shopping, el World Trade Center, centros educativos y las principales vías de circulación, entre otros atributos del entorno urbano, influyen en la valorización de las propiedades y generan una distribución espacial heterogénea de los valores inmobiliarios, constituyendo un escenario adecuado para la aplicación de técnicas de análisis espacial y valoración inmobiliaria (Chica Olmo, 1995; Peruzzo Trivelloni, 2006).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar los factores que inciden en los valores de mercado de los bienes inmuebles urbanos del barrio Buceo, considerando las

características propias de los inmuebles y su localización, con el fin de comprender la distribución espacial de los valores dentro del área de estudio. Para ello se aplican técnicas de inferencia estadística, análisis espacial y geoestadística que permiten evaluar la influencia conjunta de las variables físicas y de localización sobre el valor de mercado.

2 METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio y recopilación de datos

El área de estudio corresponde al barrio Buceo, ubicado al sureste del departamento de Montevideo, Uruguay (Figura 2). Se caracteriza por la coexistencia de usos residenciales, comerciales y de servicios, así como por la heterogeneidad de las características constructivas y de los valores de mercado de los inmuebles, constituyendo un caso de estudio adecuado para la aplicación de metodologías de valoración inmobiliaria basadas en inferencia estadística y análisis espacial.

La metodología comprendió cuatro etapas: (i) recopilación y depuración de la información, (ii) preparación de la muestra y construcción de variables, (iii) modelado mediante regresión lineal y regresión espacial, y (iv) análisis geoestadístico para la estimación del valor de localización.

La información se obtuvo mediante el relevamiento de ofertas inmobiliarias de venta y alquiler publicadas entre marzo y mayo de 2026, correspondientes a inmuebles ubicados en el barrio Buceo. Inicialmente se relevaron más de doscientas ofertas de casas y apartamentos. Posteriormente se realizó un control de calidad, eliminando los registros con información incompleta o inconsistente, obteniéndose una base de datos de 192 observaciones para el ajuste del modelo preliminar.

Para cada inmueble se registró la ubicación, el valor de oferta, la cantidad de dormitorios, baños, garajes y amenities, además de información catastral de la Dirección Nacional de Catastro (DNC)[5], incluyendo padrón, categoría constructiva, estado de conservación, antigüedad y régimen de propiedad. La información territorial se complementó con las plataformas GeoCatastro, MonteviMap y Google Earth, incorporando variables de ordenamiento territorial, como altura máxima permitida, retiro frontal, factor de ocupación del suelo (FOS) y localización de las principales infraestructuras urbanas.

A cada inmueble se asignaron coordenadas planas (X, Y) en el sistema de referencia WGS84 / UTM Zona 21S, obtenidas a partir de la información catastral y de su localización geográfica. Estas coordenadas sirvieron de base para la generación de las variables espaciales utilizadas en los análisis de regresión espacial y geoestadística.

Con el fin de representar adecuadamente el mercado inmobiliario del barrio Buceo, las ofertas de alquiler se limitaron a un máximo del 30 % de la muestra, representando finalmente aproximadamente el 25 % de las observaciones analizadas.

[5] Órgano Nacional encargado de diseñar, realizar, conservar y administrar el catastro de los bienes inmuebles.

2.2 Preparación de la muestra y construcción de variables

Una vez consolidada la base de datos, se realizó un proceso de homogeneización de la información para obtener una muestra consistente para el desarrollo de los modelos estadísticos.

En primer lugar, todos los valores monetarios fueron expresados en una única unidad de referencia. Las ofertas publicadas en pesos uruguayos se convirtieron a dólares estadounidenses (USD) utilizando un tipo de cambio promedio de 1 USD = 40 UYU correspondiente al período de relevamiento. Considerando que la información corresponde a valores de oferta y no a precios efectivos de transacción, se aplicó un factor de corrección del 20 % para aproximar los valores al comportamiento esperado del mercado.

A partir del valor corregido se calcularon el valor unitario, el valor unitario edificable y sus respectivos logaritmos naturales. Se seleccionó como variable dependiente el logaritmo natural del valor unitario del inmueble (Ln_UNIT_T), por presentar un comportamiento estadístico más adecuado, reduciendo la asimetría de la distribución de los precios y mejorando el ajuste de los modelos.

En los inmuebles en construcción o recientemente finalizados, cuyos datos catastrales no reflejaban su estado real, la categoría constructiva y el estado de conservación fueron asignados mediante inspección visual de las fotografías publicadas en los portales inmobiliarios y de las verificaciones realizadas en campo.

Con el fin de uniformizar la información, las variables tipo de negocio, régimen de propiedad y tipo de inmueble se incorporaron mediante variables dicotómicas (dummy).

Tabla 1. Definición de variables dicotómicas.

Tipo de negocio	Régimen	Tipo de bien	Valor variable dicotómica
Venta	Común	Casa	1
Alquiler	PH	Apartamento	2

Fuente: Elaboración propia a partir de relevamiento de portales inmobiliarios e información de la Dirección Nacional de Catastro (GeoCatastro).

La variable amenities se obtuvo mediante la suma de los servicios y equipamientos disponibles en cada inmueble, tales como piscina, gimnasio, salón de usos múltiples, ascensor y parrillero, obteniéndose una única variable representativa del nivel de equipamiento.

Las variables categoría constructiva y estado de conservación fueron recategorizadas en tres niveles, siguiendo los criterios de la Dirección Nacional de Catastro.

Figura 3. Datos parcelarios Dirección Nacional de Catastro (DNC)

Categorías -> 1.0-Muy Buena 2.0- Buena 3.0-Mediana 4.0-Económica 5.0-Muy Económica

Estados de Conservación -> 1.0-Excelente 2.0-Bueno 3.0-Regular 4.0-Malo 5.0-Muy Malo

Fuente: Dirección Nacional de Catastro (GeoCatastro).

Tabla 2. Recategorización de las variables categoría y estado de conservación.

Categoría		Estado de conservación	
Valor calificativo	Valor recategorizado	Valor calificativo	Valor re categorizado
alta	1	bueno	1
media	2	regular	2
baja	3	malo	3

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente las variables edad y gastos comunes fueron agrupadas en intervalos ordinales, considerando que edificaciones más recientes y menores gastos comunes representan características potencialmente más valoradas por el mercado.

Tabla 3 y 4. Categorización de las variables edad y gastos comunes.

EDAD	
Rango (años)	Valor
1 - 9	1
10 - 19	2
20 - 29	3
30 - 39	4
40 - 49	5
50 - 59	6
60 - 69	7
70 - 79	8
80 - 89	9
90 - 99	10
100 o más	0

GASTOS COMUNES	
Rango ($UYU)	Valor
0 < X <= 3000	4
3000 < X <= 9000	3
9000 < X <= 15000	2
15000 < X	1

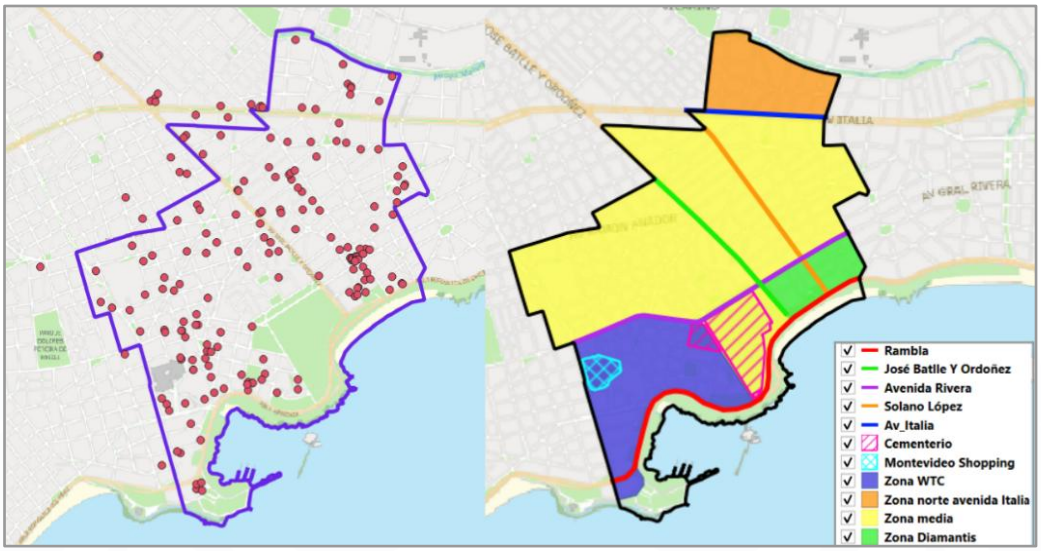
Fuente: Elaboración propia a partir de datos relevados en portales inmobiliarios.

Como etapa previa al ajuste de los modelos se realizó un análisis exploratorio para evaluar la distribución espacial de la muestra e identificar las variables con mayor capacidad explicativa. Las variables de ordenamiento territorial, como altura máxima permitida, retiro frontal y factor de ocupación del suelo (FOS), fueron descartadas por presentar escasa variabilidad dentro del área de estudio.

Posteriormente mediante QGIS, se verificó la cobertura espacial de las 192 observaciones y se identificaron las principales infraestructuras urbanas con posible influencia sobre el valor de los inmuebles: Rambla República de Chile, Rambla Armenia, avenida General Rivera, avenida Mariscal Solano López, bulevar José Batlle y Ordóñez, Montevideo Shopping y el conjunto conformado por el Cementerio Británico y el Cementerio del Buceo, considerado como una única infraestructura debido a su proximidad espacial.

Para cada inmueble se calcularon las distancias euclidianas a estas infraestructuras mediante herramientas de análisis espacial de QGIS. Las distancias y, cuando resultó conveniente, sus logaritmos naturales se incorporaron como variables explicativas del modelo. Asimismo se definieron cuatro zonas homogéneas de valorización incorporadas mediante variables dicotómicas.

Figura 4 y 5. Distribución espacial de la muestra de 192 observaciones en el barrio Buceo y zonas diferenciadas, infraestructuras de interés y avenidas principales.



Fuente: Elaboración propia en QGIS a partir de información de la Dirección Nacional de Catastro (GeoCatastro).

2.3 Modelado estadístico

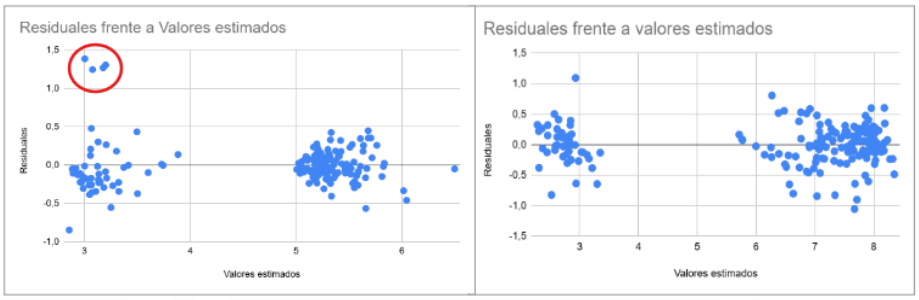
El análisis estadístico se inició mediante el ajuste de modelos de regresión múltiple utilizando las 192 observaciones obtenidas tras la depuración inicial de la base de datos. Se trabajó con la totalidad de las observaciones disponibles para el ajuste de los modelos, sin realizar una partición de la muestra para entrenamiento y validación. La principal limitación estuvo dada por la disponibilidad de datos dentro del área de estudio. Siguiendo la metodología propuesta por Rosen (1974) y desarrollada por Dantas (1998), se evaluaron diferentes combinaciones de variables dependientes e independientes para identificar el modelo con mayor capacidad explicativa.

Inicialmente se ensayaron distintos modelos utilizando como variable dependiente el valor total del inmueble, su logaritmo natural, el valor unitario, el logaritmo del valor unitario, el valor unitario edificable y su logaritmo. Si bien el modelo con el logaritmo del valor total presentó mejores indicadores estadísticos, se seleccionó el logaritmo natural del valor unitario (Ln_UNIT_T), debido a que permite una interpretación más adecuada del mercado en términos del valor por metro cuadrado.

Durante esta etapa se evaluó la significancia estadística de las variables independientes, los signos de los coeficientes y los indicadores globales del modelo, considerándose únicamente aquellas variables con capacidad explicativa.

Posteriormente se realizó el análisis de residuos mediante gráficos de dispersión entre valores estimados y residuos, con el fin de identificar observaciones atípicas e inconsistencias en la base de datos.

Figura 6 y 7. Diagrama de residuos correspondiente al modelo preliminar y final.



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los residuos estandarizados frente a los valores estimados permitió identificar cuatro observaciones atípicas cuyo comportamiento no pudo justificarse mediante las variables disponibles (Figura 6). Estas cuatro observaciones fueron eliminadas de la muestra inicial de 192 inmuebles, obteniéndose una muestra definitiva de 188 observaciones (Figura 9).

Figura 8 y 9. Comparación de los modelos preliminares de regresión, modelo de regresión de 192 observaciones y modelo obtenido con 188 observaciones.

Dependent Variable	:	Ln_UNIT_T	Number of Observations:		192
Mean dependent var	:	6,46042	Number of Variables	:	8
S.D. dependent var	:	2,06505	Degrees of Freedom	:	184
R-squared	:	0,908747	F-statistic	:	261,767
Adjusted R-squared	:	0,905275	Prob(F-statistic)	:	0
Sum squared residual:		74,7158	Log likelihood	:	-181,831
Sigma-square	:	0,406064	Akaike info criterion	:	379,662
S.E. of regression	:	0,637232	Schwarz criterion	:	405,722
Sigma-square ML	:	0,389145			
S.E of regression ML:		0,623815			

Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	13,943	0,515644	27,0399	0,00000
ÁREA T (m2)	-0,00227008	0,000276522	-8,20939	0,00000
VENTA/ALQUILER	-4,87171	0,117025	-41,6298	0,00000
Regimen	-0,108406	0,101059	-1,0727	0,28481
Cas/apto	0,149696	0,146937	1,01878	0,30965
EDAD-INT	-0,0705682	0,0207907	-3,39422	0,00084
GASTOS	-0,222844	0,0635927	-3,50424	0,00058
AMENITIES	-0,0373304	0,0316822	-1,17828	0,24021

Dependent Variable	:	Ln_UNIT_T	Number of Observations:		188
Mean dependent var	:	6,35041	Number of Variables	:	14
S.D. dependent var	:	2,08037	Degrees of Freedom	:	174
R-squared	:	0,977092	F-statistic	:	570,897
Adjusted R-squared	:	0,975381	Prob(F-statistic)	:	0
Sum squared residual:		18,639	Log likelihood	:	-49,5089
Sigma-square	:	0,107121	Akaike info criterion	:	127,018
S.E. of regression	:	0,327293	Schwarz criterion	:	172,328
Sigma-square ML	:	0,0991435			
S.E of regression ML:		0,314871			

Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	13,7293	0,345422	39,7466	0,00000
VENTA/ALQUILER	-5,18836	0,0636004	-81,5775	0,00000
Regimen	-0,0698068	0,0545463	-1,27977	0,20233
Cas/apto	0,185652	0,100431	1,84856	0,06622
ÁREA T (m2)	-0,00195533	0,000268994	-7,26903	0,00000
ÁREA E (m2)	-0,000671741	0,000238548	-2,81596	0,00542
EST CONS.	-0,050541	0,0369773	-1,36681	0,17345
N° GARAGE	0,0291257	0,0254806	1,14306	0,25459
EDAD-INT	-0,0196576	0,0132976	-1,47829	0,14114
AMENITIES	0,02855	0,0168626	1,6931	0,09223
Ln_N_Italia	-0,0901471	0,0231895	-3,88741	0,00014
Ln_Cementerio	0,0894319	0,044559	2,00704	0,04629
Ln_Rambla	-0,183487	0,0347398	-5,28176	0,00000
Ln_Shoping	-0,0393417	0,029504	-1,33344	0,18413

Fuente: Elaboración propia mediante GeoDa.

Se estimó la matriz de correlación entre las variables de distancia a las principales infraestructuras urbanas, para evaluar posibles relaciones de multicolinealidad entre estas variables y verificar su incorporación al modelo final. Los coeficientes obtenidos fueron bajos a moderados, siendo la mayor correlación la observada entre Ln_Rambla y Ln_Cementerio (0,58).

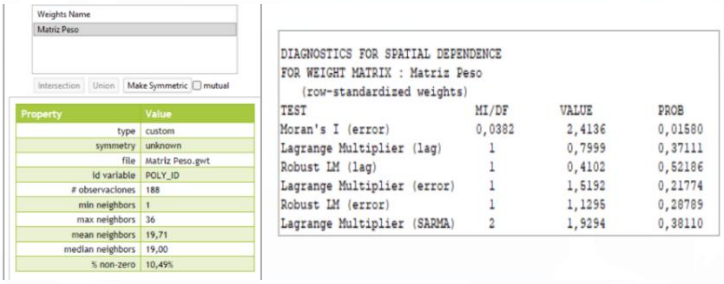
Tabla 5. Matriz de correlación entre las variables de distancia.

	Ln_N_Italia	Ln_Rambla	Ln_Cementerio	Ln_Shoping
Ln_N_Italia	1.00	0.23	0.29	0.25
Ln_Rambla	0.23	1.00	0.58	0.34
Ln_Cementerio	0.29	0.58	1.00	0.32
Ln_Shoping	0.25	0.34	0.32	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se incorporó el análisis espacial mediante GeoDa, construyéndose una matriz de pesos espaciales basada en el criterio de vecinos más próximos. La presencia de autocorrelación espacial se evaluó mediante el índice de Moran y los Multiplicadores de Lagrange, verificando que las variables explícitas de localización incorporadas al modelo explicaban adecuadamente la componente espacial de los datos (Figura 11).

Figura 10 y 11. Configuración de la matriz de pesos espaciales y resultados del diagnóstico de autocorrelación espacial.



Fuente: Elaboración propia mediante GeoDa a partir de la base de datos del estudio.

2.4 Homogeneización y análisis geoestadístico

Una vez seleccionado el modelo definitivo de regresión, se ajustó un modelo espacial del error considerando únicamente las variables no locativas. El objetivo fue obtener los coeficientes necesarios para homogeneizar la variable dependiente, eliminando la influencia de las características intrínsecas de los inmuebles y conservando el efecto de la localización.

Figura 12. Regresión del error espacial para la variable homogeneizada.

SUMMARY OF OUTPUT: SPATIAL ERROR MODEL - MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION

Data set	: Muestra V4 (4)		
Spatial Weight	: Matriz Peso		
Dependent Variable	: Ln_UNIT_T	Number of Observations:	188
Mean dependent var	: 6,350414	Number of Variables :	8
S.D. dependent var	: 2,080368	Degrees of Freedom :	180
Lag coeff. (Lambda)	: 0,695307		
R-squared	: 0,967750	R-squared (BUSE)	: -
Sq. Correlation	: -	Log likelihood	: -86,661437
Sigma-square	: 0,139577	Akaike info criterion	: 189,323
S.E of regression	: 0,373601	Schwarz criterion	: 215,214

Variable	Coefficient	Std.Error	z-value	Probability
CONSTANT	11,3715	0,191648	59,3356	0,00000
VENTA/ALQULER	-5,11802	0,0710006	-72,0842	0,00000
Regimen	0,0058876	0,0618514	0,0951894	0,92416
Cas/apto	0,747492	0,0777186	9,61793	0,00000
EST CONS.	-0,0409261	0,0405578	-1,00908	0,31294
N° GARAGE	-0,0124306	0,0272622	-0,455964	0,64842
EDAD-INT	-0,00397759	0,0148146	-0,268491	0,78832
AMENITIES	0,0409426	0,0192796	2,12363	0,03370
LAMBDA	0,695307	0,0829405	8,3832	0,00000

Fuente: Elaboración propia mediante GeoDa.

Para esto se definió un inmueble tipo, utilizado como referencia para homogeneizar todas las observaciones de la muestra. Este no representa una propiedad real, sino un conjunto de valores de referencia para las variables no locativas. El logaritmo del valor unitario de cada observación se ajustó mediante la diferencia entre el valor observado y el valor correspondiente del inmueble tipo, multiplicada por el coeficiente estimado en el modelo de regresión espacial para cada variable. De esta forma las diferencias entre los inmuebles responden principalmente al efecto de la localización.

En el caso del Área Total, se adoptó un valor de referencia igual a 0, debido a que esta

variable presenta un significado diferente según el tipo de inmueble: en las casas representa la superficie del terreno, mientras que en los apartamentos la superficie se encuentra representada por el Área Edificada. Y finalmente se aplicó la transformación inversa del logaritmo para recuperar los valores en su escala original.

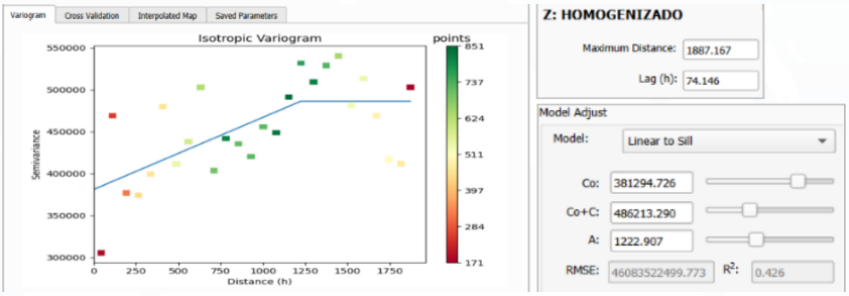
Tabla 5. Características del inmueble tipo utilizado para la homogeneización.

INMUEBLE TIPO	VENTA/ALQULER	Regimén	Casa/apartamento	ÁREA TOTAL (m2)
	1	2	2	0
ÁREA EDIFICADA (m2)	N° GARAGE	EDAD-INT	AMENITIES	ESTADO CONSERVACIÓN
50	0	4	2	2

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el presente estudio.

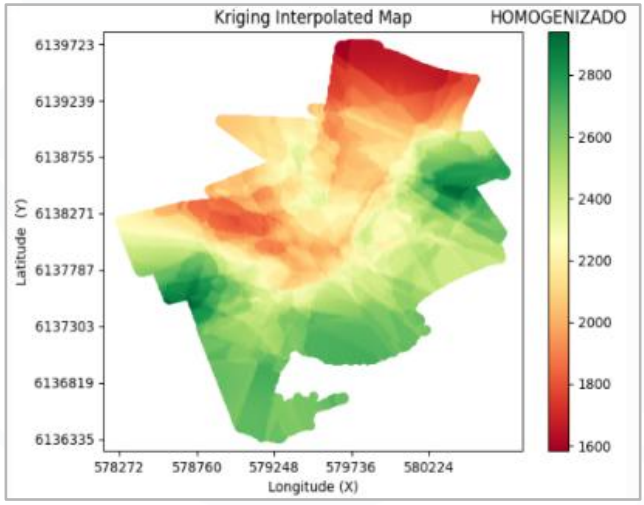
La variable homogeneizada se utilizó como variable regionalizada para el análisis geoestadístico. A partir de ella se construyó el variograma experimental y se ajustó un modelo teórico mediante mínimos cuadrados. El modelo seleccionado, compuesto por un efecto pepita y un variograma lineal por tramos, fue el que presentó el mejor ajuste a la estructura espacial observada. Con este modelo se realizó la interpolación mediante kriging ordinario utilizando el complemento Smart-Map de QGIS, empleando un tamaño de píxel de 10 m y los 16 vecinos sugeridos por el algoritmo. Como resultado, se obtuvo una superficie continua que representa el valor de localización en el barrio Buceo.

Figura 13. Variograma experimental y modelo teórico ajustado.



Fuente: Elaboración propia mediante SmartMap y QGIS.

Figura 14. Mapa del valor de localización obtenido mediante kriging.



Fuente: Elaboración propia mediante SmartMap y QGIS.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Modelo final de valoración

El modelo inicial de valoración (Figura 9), construido a partir de variables intrínsecas y locativas, alcanzó un coeficiente de determinación de R^2 = 97,7%, evidenciando una elevada capacidad explicativa del logaritmo del valor unitario de los inmuebles del barrio Buceo. Posteriormente el análisis de dependencia espacial mediante un modelo espacial del error (Figura 12) mantuvo un elevado ajuste (R^2 = 96,7%), permitiendo obtener coeficientes corregidos para la homogeneización de la variable de valor.

A partir de la variable homogeneizada se estimó la componente espacial mediante kriging, obteniéndose una variable continua de valor de localización. La incorporación de esta variable al modelo de valoración produjo inicialmente un ajuste de R^2 = 90,5% (Figura 15), mientras que mediante la selección de una nueva combinación de variables independientes se alcanzó un modelo final con R^2 = 94,6% (Figura 16).

La reducción respecto al modelo inicial se explica por el cambio en la representación de la componente locativa: mientras que el primer modelo incorporaba la localización mediante múltiples variables independientes, el modelo final la representa mediante una única variable espacial estimada. Por lo tanto la disminución del ajuste no implica una pérdida metodológica, sino una representación más integrada e interpretable del efecto espacial sobre el valor inmobiliario.

Además el coeficiente asociado a la variable Venta/Alquiler (Figura 16) permitió estimar la relación entre ambos mercados, los resultados indican que para un mismo inmueble, el ingreso anual por alquiler equivale aproximadamente al 8,2% de su valor de venta, esto constituye un aporte relevante al estudio ya que permite comparar conjuntamente los mercados de venta y alquiler dentro de un mismo modelo.

Figura 15 y 16. Regresión del modelo con variable de localización estimada (R^2 =90,5%) y Regresión del modelo final con variable de localización estimada (R^2 =94,6%)

SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION

Data set	: Muestra		
Dependent Variable	: Ln_UNIT_T	Number of Observations:	188
Mean dependent var	: 6206,12	Number of Variables	: 9
S.D. dependent var	: 2162,17	Degrees of Freedom	: 179
R-squared	: 0,905148	F-statistic	: 213,518
Adjusted R-squared	: 0,900909	Prob(F-statistic)	: 0
Sum squared residual:	8,33652e+07	Log likelihood	: -1488,98
Sigma-square	: 465728	Akaike info criterion	: 2995,95
S.E. of regression	: 682,442	Schwarz criterion	: 3025,08
Sigma-square ML	: 443432		
S.E of regression ML:	665,907		

Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	9216,29	510,402	18,0569	0,00000
VENTA/ALQULER	-5,0202	0,12631	-39,7451	0,00000
Regimen	0,0656814	0,111393	0,589635	0,55618
Cas/apto	0,485191	0,135356	3,58455	0,00044
EST CONS.	0,146664	0,0568599	2,57939	0,01070
N° GARAGE	-0,0329343	0,0501239	-0,657057	0,51199
EDAD-INT	-0,0752109	0,00744974	-10,0958	0,00000
AMENITIES	0,108589	0,0328559	3,30502	0,00115
valor_localización	0,891543	0,191578	4,65369	0,00001

SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION

Data set	: Muestra		
Dependent Variable	: Ln_UNIT_T	Number of Observations:	188
Mean dependent var	: 6206,12	Number of Variables	: 8
S.D. dependent var	: 2162,17	Degrees of Freedom	: 180
R-squared	: 0,946635	F-statistic	: 456,139
Adjusted R-squared	: 0,944559	Prob(F-statistic)	: 0
Sum squared residual:	4,69027e+07	Log likelihood	: -1434,91
Sigma-square	: 260570	Akaike info criterion	: 2885,82
S.E. of regression	: 510,461	Schwarz criterion	: 2911,72
Sigma-square ML	: 249482		
S.E of regression ML:	499,482		

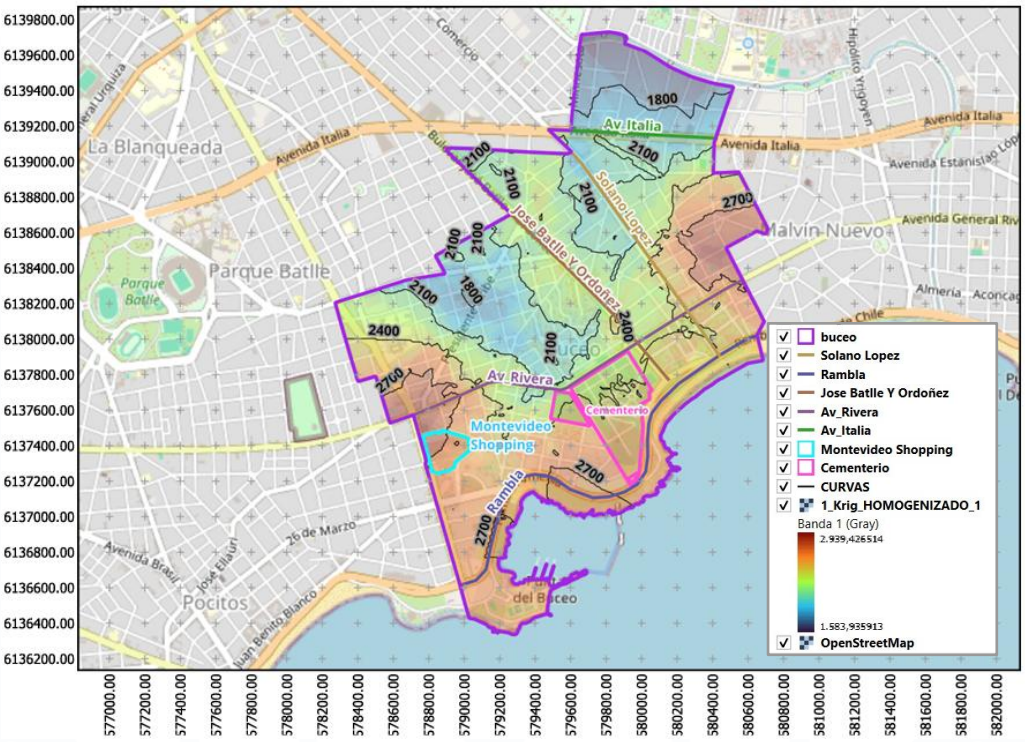
Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	10375	564,936	18,3648	0,00000
VENTA/ALQULER	-5,02556	0,0957243	-52,5003	0,00000
Cas/apto	-0,193778	0,132004	-1,46797	0,14386
ÁREA T (m2)	-0,00307875	0,000301682	-10,2053	0,00000
EDAD-INT	-0,0666376	0,00668164	-9,97324	0,00000
GASTOS	0,204484	0,0479155	4,2676	0,00003
AMENITIES	0,0807614	0,0246169	3,28073	0,00124
valor_localización	0,858385	0,146687	6,12452	0,00000

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Valor de localización

La interpolación mediante kriging permitió representar espacialmente la influencia de la localización dentro del barrio Buceo. Los mayores valores se concentran próximos a la Rambla República de Chile, Puerto del Buceo, Montevideo Shopping y World Trade Center, zonas asociadas a mayor accesibilidad, infraestructura y servicios. En contraste, los sectores hacia el norte presentan menores valores de localización.

Figura 17. Isolíneas del Valor de Localización, estimado por Krigeado.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos procesados en QGIS.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología aplicada permitió analizar la formación del valor inmobiliario en el barrio Buceo considerando las características propias de los inmuebles y la influencia de su localización. El modelo inicial presentó una elevada capacidad explicativa (R^2 = 97,7%), mientras que el análisis espacial permitió identificar y representar la componente locativa mediante técnicas de análisis espacial y geoestadística.

La incorporación de una variable de localización estimada mediante kriging permitió desarrollar nuevos modelos de valoración, alcanzando un ajuste final de R^2 = 94,6%. Este resultado obtenido mediante una configuración diferente de variables independientes, mantiene una elevada capacidad explicativa y aporta una representación más integrada del efecto espacial sobre el valor inmobiliario

En consecuencia la combinación de regresión, modelos espaciales y técnicas geoestadísticas constituye una metodología adecuada para la valoración masiva de

inmuebles urbanos, proporcionando información útil para la interpretación del mercado inmobiliario y la gestión territorial.

De cara a futuras investigaciones resultaría valioso profundizar en el uso de algoritmos de aprendizaje automático (como Random Forest o Gradient Boosting). Esto permitiría capturar patrones no lineales entre las variables y evaluar la importancia relativa de los factores involucrados, complementando así los hallazgos obtenidos mediante la inferencia estadística y el análisis espacial.

Referencias

ANSELIN, L. *GeoDa 0.9 User's Guide*. Spatial Analysis Laboratory, University of Illinois, Urbana-Champaign, 2003.

CHICA OLMO, J. *Spatial Estimation of Housing Prices and Locational Rents*. Urban Studies, v. 32, n. 8, p. 1331-1344, 1995.

DANTAS, R. A. *Engenharia de Avaliações: uma introdução à metodologia científica*. São Paulo: Pini, 1998.

DANTAS, R. A.; MAGALHÃES, A. M.; ROCHA, F. J. S. *La importancia de la regresión espacial en la tasación inmobiliaria*. In: Congreso Internacional en Tasación y Valoración, Valencia, 2002.

DANTAS, R. A.; MAGALHÃES, A. M.; VERGOLINO, J. R. de O. *Modelos Espaciais Aplicados ao Mercado de Apartamentos do Recife*. In: XII COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Belo Horizonte, 2003.

DUARTE, L. S.; HOCHHEIM, N.; REGINATO, V. S. C. *Regressão Linear Múltipla Aplicada em Avaliação Imobiliária: estudo de caso na área central de Florianópolis*. Concilium, v. 22, n. 6, 2022.

GOOGLE. *Gemini*. Ferramenta de inteligência artificial utilizada para apoio à elaboração das figuras ilustrativas. Disponível em: https://gemini.google.com/. Acesso em: jul. 2026.

OLIVEIRA, R. F.; RAMOS, A. P. M.; MALAMAN, C. S.; AMORIM, A. *Análise de Modelos de Regressão Linear Múltipla para elaboração de Planta de Valores Genéricos*. In: XII Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial. Florianópolis, 2016.

PERUZZO TRIVELLONI, C. A. *Método para determinação do valor de localização com uso de técnicas inferenciais e geoestatísticas na avaliação em massa de imóveis*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PERUZZO TRIVELLONI, C. A.; RODRIGUEZ, M. F.; CALDERÓN, L. *Análise comparativa de métodos: inferência estatística tradicional, inferência espacial e redes neurais artificiais – estudo de caso*. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. São

Paulo, 2023a.

ROSEN, S. *Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition*. Journal of Political Economy, v. 82, p. 34-55, 1974.

DIRECCIÓN NACIONAL DE CATASTRO (DNC). GeoCatastro. Ministerio de Economía y Finanzas. Disponible en: https://www.catastro.gub.uy/. Acceso en: jul. 2026.

INTENDENCIA DE MONTEVIDEO. MonteviMap. Disponible en: https://montevideo.gub.uy/app/mapas/#/viewer/26. Acceso en: jul. 2026.

GOOGLE. Google Earth Pro. Disponible en: https://earth.google.com/. Acceso en: jul. 2026.