

Coeficiente de Comercialización para aplicación a Departamentos en Altura

Valuaciones vigencia 2020

Informe Ejecutivo

27 de diciembre 2019

Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba

Dirección General de Catastro

Secretaría de Ingresos Públicos

Ministerio de Finanzas de Córdoba

1. Introducción

El presente documento presenta un resumen del estudio realizado sobre las **diferencias observadas entre la valuación catastral de departamentos en altura y sus respectivos valores de mercado, como así también la metodología seguida para la determinación de un coeficiente especial** a ser aplicado en estos casos, con el fin de alcanzar una valuación total más ajustada a niveles del mercado inmobiliario.¹

El método separativo utilizado por la Dirección General de Catastro, y en general por todos los organismos catastrales, implica la valuación independiente del suelo y las mejoras. **Este proceso arroja una valuación que se encuentra persistentemente por debajo del valor de mercado**, particularmente cuando la tierra urbana presenta aprovechamientos intensivos.

El entorno y la ubicación relativa de una parcela tienen características de “bien público”, ya que pueden ser disfrutadas simultáneamente por todos aquellos que comparten dicha localización (su consumo es no-rival y no-excluyente, en términos de la teoría de las Finanzas Públicas). En este sentido, realizar un prorrateo del valor del suelo según la superficie de cada departamento induce a una persistente subestimación de la valuación total.

En el marco del Estudio Territorial Inmobiliario se llevó adelante el análisis de diferentes alternativas metodológicas que permitan aproximar las valuaciones catastrales al valor de mercado en este tipo de productos inmobiliarios, con el fin de mejorar los niveles de equidad horizontal (es decir, determinar para inmuebles con valores de mercado similares, valuaciones catastrales, igualmente similares entre sí). Como el fin de viabilizar la implementación de cualquier propuesta, la metodología diseñada procuró no modificar drásticamente el procedimiento actualmente aplicado para el cálculo de las valuaciones, incorporándose para estos un coeficiente de corrección que permita cerrar la brecha entre la valuación fiscal obtenida y el valor final de mercado, llamado comúnmente en la bibliografía especializada **“coeficiente o factor de comercialización”**.

2. Variable de respuesta y homogeneización de datos

La variable de respuesta a estimar (o variable dependiente) se definió como el cociente entre el valor de mercado y el valor catastral (tomado al 100%) de un conjunto de muestras observadas. Este cociente se denominará “coeficiente de comercialización” (CC).

$$cc = \frac{valor_{mercado}}{valor_{catastro}}$$

¹ El presente es un informe ejecutivo; se dispone adicionalmente de un informe técnico ampliado, con mayores detalles.

El valor catastral de una unidad de este tipo está compuesto por la suma entre el valor de la tierra imputada a la cuenta (valor total del lote, multiplicado por el coeficiente de copropiedad) y el respectivo valor de las mejoras. Para determinar la relación entre ellos, para aplicar en la preparación de todas las muestras de mercado que conforman el análisis, se deben exponer todos los componentes en un mismo momento de tiempo. El valor del suelo vigente se refiere a un valor en dólares a un tipo de cambio de \$ 23,66 (correspondiente a mayo de 2018)², mientras que las mejoras están expresadas a partir del valor punto, tomando el Valor del Costo de la Construcción de agosto de 2018, de la Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba, fecha en la cual el precio del dólar estaba a \$ 30,71. Por tanto, para expresar el denominador en un mismo tipo de cambio³ debió realizarse, en primer término, la siguiente corrección:

$$valor_{catastro} = valor_{tierra} + valor_{mejoras} \left(\frac{23.66}{30.71} \right)$$

A su vez, los valores de mercado de cada uno de los departamentos en la muestra fueron relevados en diferentes momentos de tiempo. Debido que las ofertas son expresadas mayoritariamente en dólares (del total de la muestras, 652 departamentos estaban publicados en dólares y sólo 73 en pesos), fue posible re-expresar el valor en pesos a un tipo de cambio dado y hacerlos directamente comparables con la valuación catastral. Para re-expresar el valor de mercado de los departamentos, en las mismas unidades que la valuación catastral, se tomó un tipo de cambio promedio ponderado según el porcentaje medio del valor total que corresponde al valor del suelo en la base catastral (68%) y aquel que corresponde al valor de las mejoras (32%). Dado que el valor del suelo se determinó a un tipo de cambio de \$23,66/USD y las mejoras a un tipo de cambio de \$30,71/USD, el tipo de cambio de ajuste se definió en:

$$TdC = 0.68 \cdot 23.66 + 0.32 \cdot 30.71 = 28.45$$

Adicionalmente, a los inmuebles “en venta” se les aplicó un factor de descuento del 5%, a fin de arribar a un probable valor efectivo de comercialización (precio). Dicho valor de descuento se obtuvo mediante una regresión lineal espacial, donde el valor por metro cuadrado es una función de la condición del dato: “en venta” o “vendido”, y un conjunto de rezagos espaciales en la variable dependiente y en el término residual.

² Para mayor información, consultar Informe Ejecutivo de los trabajos de Revalúo Urbano 2018 (vigencia 2019), Estudio Territorial Inmobiliario.

³ Considerando que tanto el numerador como el denominador estarán expresados a un mismo tipo de cambio, es irrelevante el nivel en el cuál se fije esta variable; en términos relativos, el cociente se comportará de la misma manera. Se escogió arbitrariamente fijar el cociente a un tipo de cambio de \$ 23,66, correspondiente a mayo de 2018.

3. Variables independientes

En la estimación del coeficiente de comercialización (CC) se consideraron en cada muestra, las siguientes variables independientes.

Variable	Descripción	Media	Desv. Est.	Coef. de variación
vut_vigente	Valor Unitario de la Tierra vigente	27099.94	22104.05	0.82
fot_catastro	Factor de ocupación total del suelo	5.57	3.10	0.56
avg_sup_propia	Superficie propia promedio de las cuentas en la parcela	51.90	18.53	0.36
avg_sup_comun	Superficie común promedio de las cuentas en la parcela	17.50	9.01	0.51
avg_sup_total	Superficie total promedio de las cuentas en la parcela	69.40	25.78	0.37
antigüedad	Antigüedad promedio de las cuentas en la parcela	22.33	15.80	0.71
puntaje	Puntaje promedio de las cuentas en la parcela	66.88	8.54	0.13
total_bloques	Total de bloques en la parcela	112.39	155.24	1.38
cuentas_analizadas	Cantidad total de cuentas en la parcela	43.08	43.96	1.02
perc_baldm	Cantidad total de metros cuadrados de baldíos en un entorno de 500 m	0.09	0.06	0.71
perc_edif	Cantidad total de m ² edificados sobre la cantidad total de m ² en un entorno de 500 m	2.07	1.30	0.63
prom_lote	Tamaño promedio de los lotes en un entorno de 500 m	325.75	111.81	0.34
prom_edif	Tamaño promedio de las edificaciones en un entorno de 500 m	749.17	550.39	0.73
d_alta	Distancia a zonas de alto valor	166.62	331.34	1.99
d_baja	Distancia a zonas de bajo valor	835.05	372.86	0.45
d_lineadiv	Distancia a líneas divisorias de valor	114.46	156.60	1.37
d_viasprin	Distancia a vías principales	139.05	162.05	1.17
d_viassec	Distancia a vías secundarias	385.98	325.49	0.84
d_depre	Distancia a zonas de depreciación de valor	2657.34	1046.70	0.39
x	Longitud	4385628.55	9958.12	0.00
y	Latitud	6523650.69	12246.91	0.00

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de las variables independientes en la muestra.

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba, 2019.

4. Modelado estadístico

A los fines de predecir el valor del CC, se definió la **siguiente forma funcional** para entrenar los algoritmos utilizados:

$$cc = f(vut_vigente, fot_catastro, avg_sup_propia, avg_sup_comun, avg_sup_total, antigüedad, puntaje, total_bloques, cuentas_analizadas, perc_baladm, perc_edif, prom_lote, prom_edif, d_alta, d_baja, d_lineadiv, d_viasprin, d_viassec, d_depre, x, y)$$

Se entrenaron 3 (tres) algoritmos diferentes y sus resultados se evaluaron mediante un proceso de validación cruzada en 10 grupos, con el objetivo de medir la capacidad predictiva de cada modelo ante datos de fuera de la muestra⁴. Los algoritmos utilizados fueron Random Forest, Support Vector Machine y Kernel K-nearest Neighbor.

Para medir el nivel de exactitud de los modelos se utilizaron diferentes métricas. La primera, y más utilizada en la bibliografía, es el Promedio del Error Relativo en valor Absoluto⁵ (MAPE, por sus siglas en inglés). En los resultados (Tabla 2) se incluyen, además, la mediana del error relativo en valor absoluto (MdAPE) y dos indicadores sugeridos por estándares internacionales⁶: el coeficiente de variación⁷ (CV) y el coeficiente de dispersión⁸ (CD), del cociente entre el valor estimado por el modelo y el valor observado en el mercado.

En función a las métricas propuestas se concluye que el modelo de mejor ajuste es el que utiliza el algoritmo *Support Vector Regression*, logrando un **error relativo promedio en valor absoluto (MAPE) de 17,68 %** (14,03 % cuando se toma el valor mediano); el que no muestra además, una distorsión significativa en torno a los valores centrales (promedio = 1,01 y mediana = 0,99). La homogeneidad en la distribución del coeficiente, medida por el CV y el CD, se encuentra dentro de los límites sugeridos por el IAAO.

⁴ El proceso de validación cruzada implica subdividir la muestra en 10 grupos, sacar uno de ellos, estimar los modelos utilizando los datos de los 9 grupos restantes y medir su capacidad predictiva en el grupo extraído. El procedimiento continúa de manera iterativa hasta que cada uno de los 10 grupos fue evaluado fuera de la muestra.

⁵ El error relativo en valor absoluto se calcula como la diferencia, en valor absoluto, entre el valor estimado por el modelo y el valor observado en el mercado, sobre el valor observado en el mercado.

⁶ Estándares para valorar la calidad de avalúos masivos. International Association of Assessing Officers (IAAO).

⁷ El coeficiente de variación (CV) se calcula como el desvío estándar sobre la media del cociente.

⁸ El coeficiente de dispersión (CD) se calcula como el desvío estándar sobre la mediana del cociente.

Modelo	MAPE	MdAPE	Promedio	Mediana	CV	CD
Random Forest Regression	0.1971	0.1578	1.0667	1.0441	0.1822	0.1854
Support Vector Regression	0.1768	0.1403	1.0118	0.9984	0.1751	0.1771
K-nearest Neighbor Regression	0.1953	0.1534	1.0494	1.0276	0.1856	0.1885

Tabla 2. Desempeño de los modelos estimados y nivel de error.

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba, 2019.

5. Resultados obtenidos

La estimación resultante arroja un **coeficiente de comercialización (CC) por parcela**, siendo el **promedio igual a 1,636** (la mediana: 1,649), con una desviación estándar igual a 0,226. La densidad de la distribución se puede apreciar en la Figura 2.

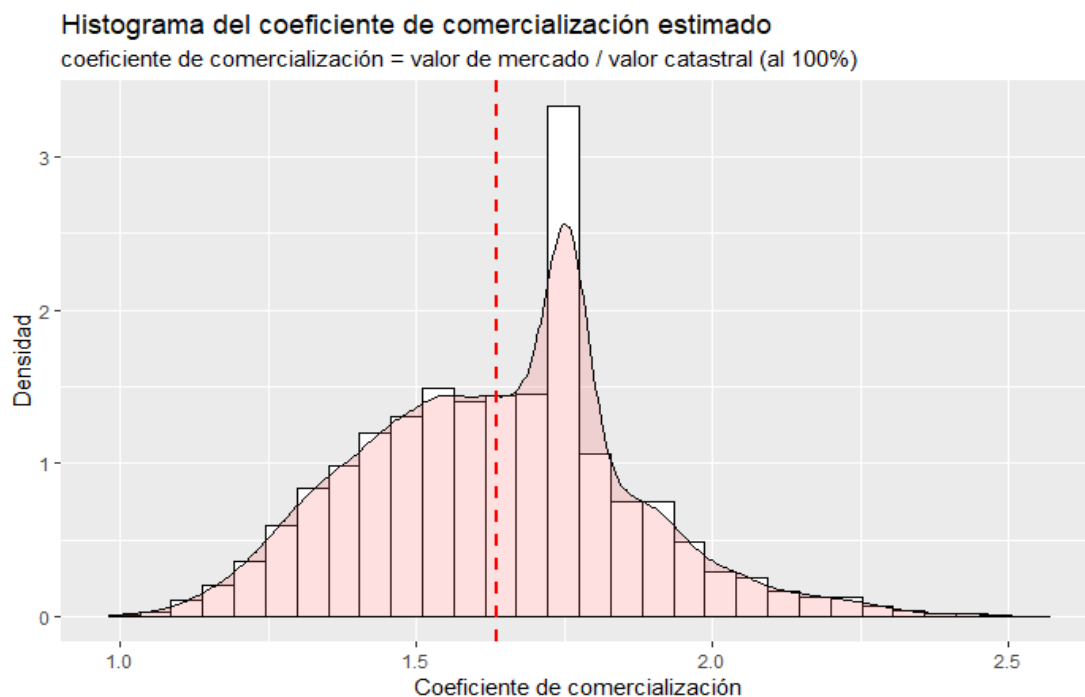


Figura 2. Histograma y función de densidad del coeficiente de comercialización poblacional.

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba, 2019.

Las variables más importantes en la determinación del CC se informan en la Figura 3. Puede apreciarse que las dos variables más importantes están vinculadas directamente a la parcela objeto de la estimación (superficie propia promedio y antigüedad promedio), seguidas del valor unitario de la tierra (VUT) vigente y el nivel de consolidación del entorno.

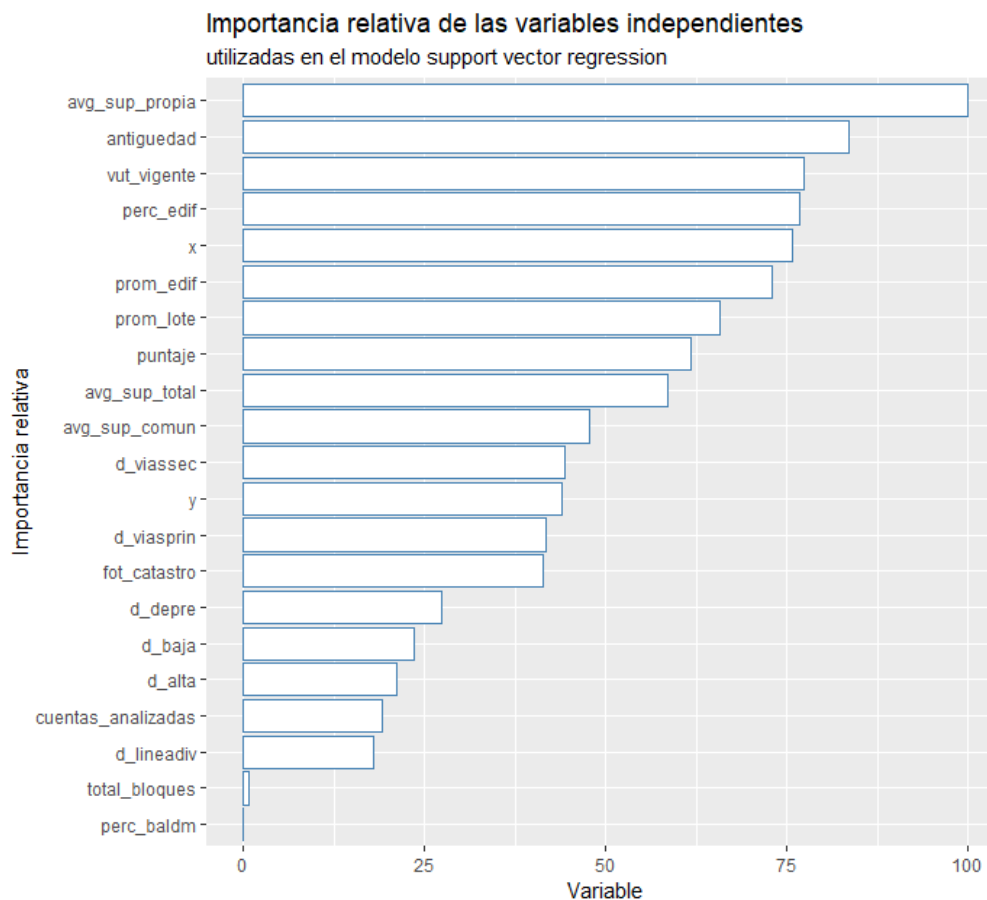


Figura 3. Importancia relativa de las variables en el modelo.
Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba, 2019.

6. Universo de aplicación

Dadas las características de la muestra relevada, y en función de un análisis de casuística sobre la base parcelaria, se definen 2 (dos) conjuntos de condiciones para acotar la aplicación del CC. Así, el coeficiente se aplicará en aquellas parcelas incluidas en alguno de los siguientes grupos:

Primer grupo, parcelas donde se verifica simultáneamente:

- Existencia de más de 15 cuentas.
- FOT real⁹ de la parcela mayor a 0,4.
- Menos de 180 metros cuadrados de superficie de tierra por cuenta¹⁰

⁹ FOT: Factor de Ocupación Total. En este caso, calculado como la cantidad total de metros cuadrados construidos, dividido por la superficie de terreno de la parcela.

¹⁰ Calculado como la superficie de la parcela dividida por la cantidad total de cuentas asociadas a ella.

Segundo grupo, parcelas donde se verifica simultáneamente:

- Existencia de más de 6 cuentas y menos de 16 cuentas.
- FOT real de la parcela mayor a 0,6.
- Menos de 125 metros cuadrados de superficie de tierra por cuenta.

De igual modo, y siguiendo el análisis de la muestra relevada y de las parcelas y cuentas existentes en la base catastral, se excluyen de la aplicación aquellas cuentas con valores catastrales superiores a USD 380.000 (\$ 17.073.400, a un tipo de cambio de \$44.93). En resumen, la consideración de estos criterios arroja un total de **5.952 parcelas (a la fecha del presente informe) donde aplicar los Coeficientes de Comercialización estimados.**

7. Validación de resultados con datos independientes

Un conjunto de datos adicionales de departamentos en altura incorporados al OMI durante octubre de 2019, no utilizados en el modelado estadístico, fueron aprovechados para validar la estimación realizada. En total, **se utilizaron 258 datos ubicados en ciudad de Córdoba.**

Sobre las muestras se tomó el valor catastral vigente (al 100%) y se aplicó el CC estimado. Este valor se comparó con el valor de mercado en dólares, actualizado a un tipo de cambio (promedio ponderado, siguiendo los criterios detallados en Título 2) de \$ 28,45/USD. Por lo tanto, para el departamento “i” el nivel de error de la estimación, en términos relativos y en valor absoluto, es igual a:

$$error_i = \left| \frac{(\text{valor}_{\text{mercado}} 28.45) - \left(\frac{\text{valor}_{\text{catastral}} \text{cc}}{0.7}\right)}{(\text{valor}_{\text{mercado}} 28.45)} \right|$$

Las estadísticas descriptivas del error indican un **MAPE (Error Relativo Promedio en valor Absoluto) de 19,3%** (el valor mediano es 14%) lo que resulta muy próximo a los valores esperados según el proceso de validación cruzada del modelo estadístico diseñado, que arrojó un **MAPE de 17,68 %** (14,03 % cuando se toma el valor mediano).

Medida resumen	Valor
Media	0.1931
Mediana	0.1404
Desvío estándar	0.1830
Cuartil 1	0.0579
Cuartil 3	0.2724

Tabla 4: Análisis del nivel de error con datos independientes.

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba, 2019.