

RESUMEN METODOLÓGICO  
Y RESULTADOS OBTENIDOS

---

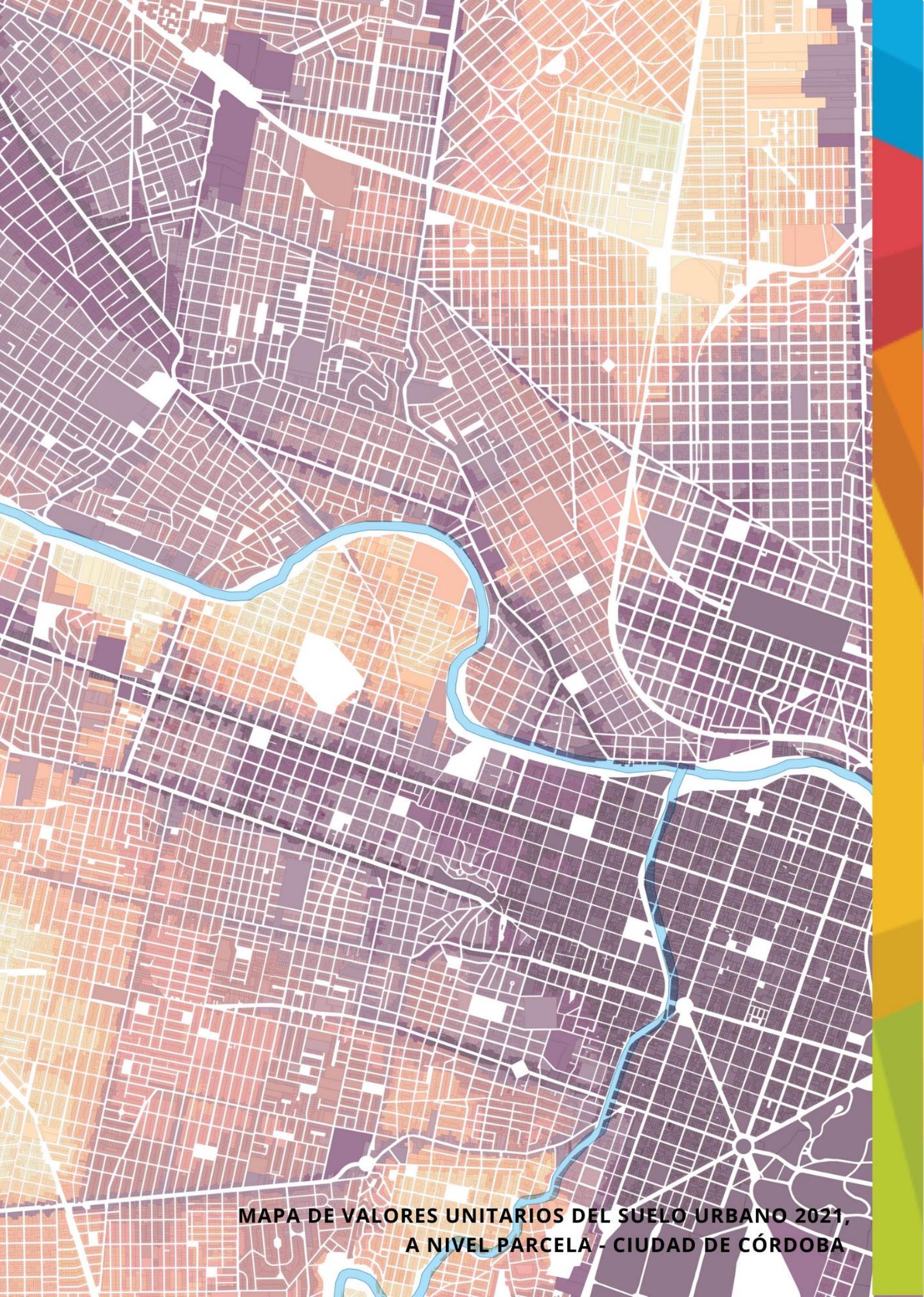
# ESTUDIO DEL MERCADO DE SUELO URBANO

---

DE LA PROVINCIA DE  
CÓRDOBA 2021

DICIEMBRE 2021

IDECOR - INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES  
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA



**MAPA DE VALORES UNITARIOS DEL SUELO URBANO 2021,  
A NIVEL PARCELA - CIUDAD DE CÓRDOBA**

## Organismos ejecutores

- Dirección General de Catastro, Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba.
- IDECOR (Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba).
- Centro de Estudios Territoriales, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN), Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

## Licencia

ESTUDIO DEL MERCADO DE SUELO URBANO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA 2021. Está distribuido bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. Libre para compartir, distribuir, copiar y adaptar.



Citar como: Estudio del Mercado de Suelo Urbano de la Provincia de Córdoba 2021. Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR).

## Contenido

<b>Resumen</b> .....	<b>5</b>
<b>Capítulo 1. ¿Cuánto vale la tierra urbana en la Provincia de Córdoba?</b> .....	<b>7</b>
<b>Capítulo 2. Síntesis metodológica 2021</b> .....	<b>10</b>
<b>Capítulo 3. Relevamiento del mercado inmobiliario</b> .....	<b>13</b>
3.1. Organización y ejecución del relevamiento de mercado .....	13
3.2. Levantamiento y sistematización de datos de mercado .....	13
3.3. Control de calidad inicial.....	15
<b>Capítulo 4. Procesamiento y análisis de las observaciones de mercado</b> .....	<b>16</b>
4.1. Clusterización de localidades .....	16
4.2. Actualización de las muestras de mercado a un mismo momento de tiempo .....	17
4.3. Homogeneización de los valores de mercado y coeficientes de ajuste para terrenos .....	18
4.4. Variables de morfología y ubicación.....	19
<b>Capítulo 5. Descripción de la muestra final de mercado</b> .....	<b>21</b>
<b>Capítulo 6. Variables independientes usadas en los modelos de valuación de la tierra urbana</b> .....	<b>24</b>
6.1. Variables provenientes del mercado inmobiliario .....	24
6.2. Variables provenientes de la estructura urbana .....	25
6.3. Variables provenientes de la base de datos catastral .....	25
6.4. Variables derivadas de imágenes satelitales.....	30
<i>Índices obtenidos de imágenes satelitales</i> .....	30
<i>Productos derivados de imágenes satelitales</i> .....	30
<b>Capítulo 7. Modelos valuatorios y calidad de las estimaciones</b> .....	<b>31</b>
<b>Capítulo 8. Resultados obtenidos y valores del suelo urbano 2021</b> .....	<b>33</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>36</b>
ANEXO I: Metodología para la actualización de valores históricos del Observatorio del Mercado Inmobiliario .....	38
ANEXO II: Parámetros usados en la homogeneización de terrenos .....	41
ANEXO III: Indicadores de desempeño de valuaciones de la IAAO (International Association of Assessing Officers) .....	45
ANEXO IV: Variables independientes usadas en los modelos de valuación masiva del suelo urbano .....	47
ANEXO V: Ficha técnica de datos utilizados y resultados.....	49

## Resumen

El presente informe es una descripción de los datos, metodologías y **resultados alcanzados en los estudios de mercado de los valores del suelo urbano llevados adelante en todas las localidades de la Provincia de Córdoba durante 2021.**

Desde fines de 2017, y de manera sostenida, los estudios inmobiliarios urbanos y rurales son llevados adelante por IDECOR (Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba) para la Dirección General de Catastro, con el propósito de determinar correctamente la valuación de inmuebles y actualizar las técnicas y metodologías valuatorias que aplica el Catastro Provincial. Estos trabajos se desarrollan en el marco de un programa integral de reforma e innovación a la valuación masiva de inmuebles y fortalecimiento del impuesto inmobiliario, que impulsa el Ministerio de Finanzas de Córdoba.

El equipo de trabajo es de carácter interinstitucional y multidisciplinario, conformado por más de 25 personas de IDECOR, de diferentes perfiles (economistas, geógrafos, ingenieros, agrónomos, biólogos, agrimensores, arquitectos, profesionales de sistemas), con la participación de la Dirección General de Catastro y, vía convenio, de especialistas e investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y unidades especializadas de CONICET en Córdoba.

En lo que respecta al estudio de los nuevos valores de la tierra urbana, se fijaron metas particulares en continuidad con desarrollos e implementaciones metodológicas incorporadas en 2020. Por un lado, los valores unitarios de la tierra homogeneizados (VUT) se determinaron **a nivel de lote (parcela)**, en lugar de línea municipal (cuadra) como tradicionalmente se habían fijado los valores urbanos. Por otra parte, igual de importante, se mantiene la determinación de **coeficientes de ajuste a los terrenos basados en el mercado inmobiliario actual y regionalizados** según las zonas de la provincia, discontinuado el uso de coeficientes y tablas de larga data.

Es importante resaltar así mismo, que **los trabajos de investigación y desarrollo se llevaron a cabo dentro del año calendario**, entre los meses de febrero y noviembre, haciendo posible la determinación de la nueva valuación de la tierra de manera anual, en los más de 2 millones de inmuebles de la provincia, distribuidos en más de 450 localidades y un espacio rural de 165.000 km<sup>2</sup>.

Una de las tareas iniciales del estudio es el relevamiento de mercado, el cual permitió captar y registrar en el **Observatorio provincial (OMI) más de 9.000 datos urbanos**; los cálculos de los valores unitarios de la tierra para todas las propiedades urbanas (cerca de 1,7 millones de propiedades) pudieron completarse acabadamente y la calidad de los resultados mejoró respecto de años anteriores, lográndose un **error promedio provincial de 11,5%**.

Respecto a los resultados generales obtenidos, el **promedio ponderado de la mediana del VUT provincial se estimó en \$6.381**, lo cual representa un 51% por encima del valor de 2020.

El documento se organiza en varios capítulos, que siguen en general los principales procesos ejecutados. El primero, describe en líneas generales la magnitud y distribución de los valores de la tierra urbana en la provincia, remarcando los resultados obtenidos en las principales ciudades y otros sectores de importancia. Luego, en el capítulo 2, se presenta una síntesis de la metodología y principales procesos implementados.

El capítulo 3 detalla cómo se llevó adelante el relevamiento del mercado inmobiliario y, a continuación, en el capítulo 4 se enuncian los procedimientos aplicados para el procesamiento y análisis de las observaciones de mercado, de manera regionalizada por clústeres de localidades. Aquí también, se remite

a la metodología aplicada para la actualización de los datos históricos del OMI y a los criterios considerados en la homogeneización de los datos de mercado.

En el capítulo 5 se describe la conformación de la muestra final de observaciones de mercado. Y seguidamente, en los capítulos 6 y 7, se desarrollan las principales variables independientes, con sus fuentes y métodos de cálculo, y los lineamientos considerados en la construcción de los modelos por localidad. Finalmente, en el capítulo 8 se presenta una síntesis de los resultados obtenidos.

En la sección de Anexos se proporciona información ampliada acerca de importantes procedimientos aplicados. También se facilita una ficha técnica resumen con la información clave considerada en los estudios 2021 y principales resultados.

## 1. ¿Cuánto vale la tierra urbana en la Provincia de Córdoba?

Por su geografía, el territorio urbano de la Provincia de Córdoba presenta múltiples situaciones, desde grandes urbes o conglomerados de ciudades, como el caso del Área Metropolitana de la ciudad de Córdoba o el corredor de Sierras Chicas, hasta parajes pequeños en zonas serranas o pueblos de baja consolidación, aislados en la llanura pampeana.

En dicha heterogeneidad es importante conocer *¿Dónde se encuentran los mayores valores urbanos en la provincia? ¿Y los más bajos? ¿Cuáles son los valores promedios en general?*

Como es de esperarse **los valores urbanos más caros de la provincia se localizan en Córdoba Capital, en el sector de Plaza España, en inmediaciones del Parque Sarmiento, donde los valores del suelo alcanzan máximos de \$751.000/m<sup>2</sup>, mientras que el valor mediano de la ciudad es de \$17.000/m<sup>2</sup>.**

**En el interior provincial, la localidad con el valor máximo es Río Cuarto, con \$105.500/m<sup>2</sup>.** Sigue el ranking la localidad turística de Villa Carlos Paz, con su máximo valor en \$91.000/m<sup>2</sup> en proximidad al Lago San Roque. Luego siguen las ciudades de Villa María y San Francisco, con precios máximos de \$82.000/m<sup>2</sup> y \$73.000/m<sup>2</sup> respectivamente. Continúan la lista tres ciudades del clúster de centralidades económicas pampeanas, Río Tercero, Marcos Juárez y Bell Ville, con valores de hasta \$46.000/m<sup>2</sup>. En otro escalón aparece Villa Allende, con un máximo de \$42.000/m<sup>2</sup>.

Un patrón común que se observa en las ciudades mencionadas, es la distribución de valores más altos en las zonas céntricas, mientras que los más bajos se registran en los sectores económicos deprimidos, muchos ubicados en la periferia de dichas localidades.

En cuanto a la distribución de valores medianos, **encabeza la lista de las 15 ciudades con valores medianos más altos, la localidad de Jesús María con un valor de \$15.700/m<sup>2</sup>.** Le siguen las localidades del corredor de la Ruta N9, Oncativo y Villa María, con valores de \$11.500/m<sup>2</sup> y \$11.400/m<sup>2</sup> respectivamente; luego, Villa Carlos Paz, Villa Allende y General Cabrera, con valores de \$11.000/m<sup>2</sup>. Apenas por debajo, se ubican dos localidades de llanura con notable actividad industrial, San Francisco con una mediana de \$10.900/m<sup>2</sup> y Arroyito con \$10.750/m<sup>2</sup>. Continúan la lista La Calera, ubicada dentro del Gran Córdoba y Río Tercero con valores de \$9.500/m<sup>2</sup>; inmediateamente, se ubica Río Cuarto y Marcos Juárez con \$9.400/m<sup>2</sup> y Villa Nueva con \$9.200/m<sup>2</sup>. Cierran la tabla las ciudades de Bell Ville y Río Primero, con medianas de VUT urbano de \$8.500/m<sup>2</sup> y \$7.900/m<sup>2</sup> (Gráfico 1).

Del otro lado de la tabla, los valores de mediana más bajos se corresponden con sitios de baja consolidación urbana, como son las localidades de Serrezuela (Dpto. Cruz del Eje) y Río de los Sauces (Dpto. Calamuchita) que registran VUT de \$350/m<sup>2</sup>. Con valores medianos que alcanzan los \$400/m<sup>2</sup>, se identifican otros poblados de zonas serranas (de los departamentos Calamuchita y Punilla) y del arco noroeste, como son Athos Pampa (Dpto. Calamuchita), Charbonier (Dpto. Punilla), San José de la Salinas (Dpto. Tulumba), Lucio V. Manzilla (Dpto. Tulumba), entre otros. Con iguales valores también se pueden mencionar otras localidades pequeñas y dispersas de llanura, como Colonia Anita (Dpto. San Justo), Las Bajadas (Dpto. Calamuchita) y Assunta (Dpto. Juárez Celman), entre otras.

*La tierra urbana ¿es más costosa en zonas serranas o en localidades de llanura?*

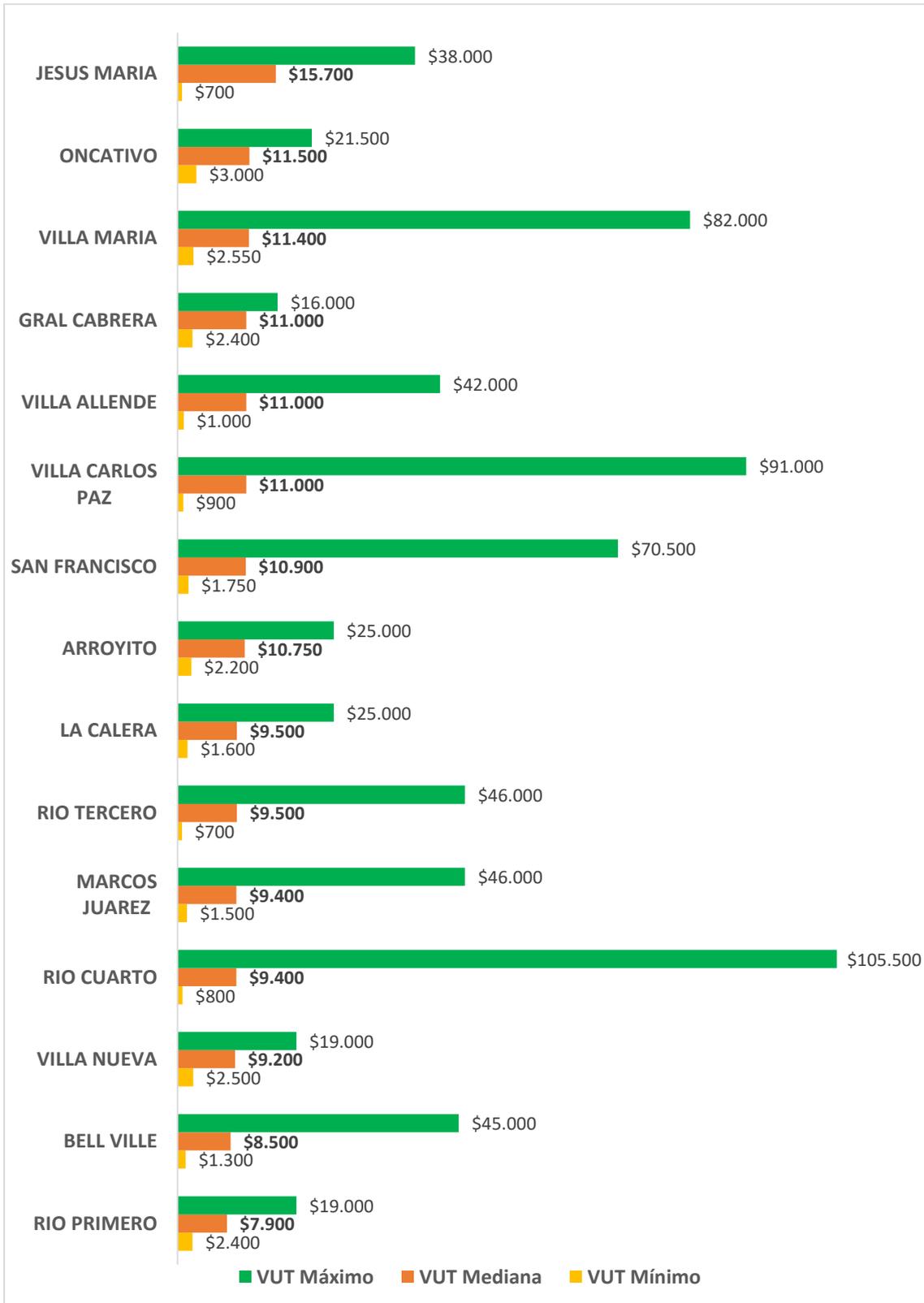
Dentro de los corredores serranos, las ciudades con los valores del suelo más altos se corresponden mayormente a aquellas relacionadas con la actividad turística. En este orden, la ciudad de Villa Carlos en el Valle de Punilla, se confirma como la más costosa con un valor mediano de \$11.000/m<sup>2</sup>. Dentro del mismo valle le sigue en valor, la vecina localidad de San Antonio de Arredondo con una mediana de \$5.000/m<sup>2</sup>.

En otros valles turísticos, le siguen Villa General Belgrano (Calamuchita), La Bolsa (Paravachasca), Villa Cura Brochero y Mina Clavero (Traslasierra) cuyos valores son significativamente menores respecto a la mencionada villa serrana, con medianas de valores que se ubican entre \$5.500/m<sup>2</sup> y \$4.000/m<sup>2</sup>. Por su parte, las localidades de Villa Santa Rosa de Calamuchita, Los Cocos (Punilla), La Cumbre (Punilla) ocupan lugares intermedios, con una distribución de valores entre los \$1.600/m<sup>2</sup> y \$900/m<sup>2</sup>.

En las localidades incluidas en el clúster de las centralidades económicas pampeanas, donde se encuentran las principales localidades de llanura, se reconoce a Jesús María como la más valorada (que se corresponde también a la segunda ciudad de la provincia con el máximo valor mediano de la tierra urbana). Por su parte, Alta Gracia presenta un VUT mediano de \$4.900/m<sup>2</sup>, siendo la de menor valor en el clúster de localidades mencionado.

En el siguiente gráfico se presenta el ranking de las primeras quince localidades del interior con los valores medianos más altos de la tierra urbana en la provincia. Se excluye la ciudad de Córdoba por sus características, la que presenta un VUT mediano de \$17.000/m<sup>2</sup>, con un valor mínimo de \$800/m<sup>2</sup> y un máximo de \$751.000/m<sup>2</sup>.

Gráfico 1. Primeras quince localidades del interior con los valores medianos de VUT urbano más altos de la provincia de Córdoba y sus respectivos valores mínimos y máximos



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

## 2. Síntesis metodológica 2021

En continuidad con la metodología implementada en 2020, los estudios 2021 mantuvieron las modificaciones sustanciales incorporadas, siendo una de las principales la determinación de los valores masivos a nivel parcelario, eliminando el cálculo y la asignación de los Valores Unitarios de la Tierra (VUT) por línea municipal (cuadra).

Así mismo, se aplican los coeficientes de homogeneización de valores de terrenos calculados de manera automatizada en 2020, en sustitución a los comúnmente conocidos como coeficientes de “frente y fondo”. Los mismos consideran las particularidades de los mercados inmobiliarios actuales y locales en cuanto a la penalización que imponen sobre el valor por metro cuadrado de la tierra, diferentes características físicas y topológicas de las parcelas, como la superficie, la medida del frente, forma o ubicación en la cuadra o manzana; se incluye, además, la homogeneización correspondiente a características propias de mercado sobre los datos relevados, como la situación jurídica (con o sin escritura) y el tipo de valor (oferta o venta).

Los cambios metodológicos aplicados en 2020 habían requerido definir, en primer lugar, grupos o clústeres de localidades urbanas similares en su conformación territorial, estructura parcelaria y perfil socioeconómico, agrupando las 457 localidades de la provincia según características similares. En cada uno de dichos clústeres, obtenidos aplicando la técnica de clusterización fuzzy c-means (Bezdek et al. 1984), se estudiaron y aplicaron diferentes criterios de homogeneización para los terrenos y sirvieron así mismo, para diferentes etapas del procesamiento.

A través de técnicas de econometría espacial, se estimaron en cada clúster dos modelos lineales. El primero estimó el impacto de las variaciones en el tipo de cambio sobre el valor por metro cuadrado de la tierra, para luego expresar toda la muestra a un mismo momento del tiempo; de esta forma se busca recuperar datos relevados en años anteriores, lo que permite multiplicar la base de datos de mercado a procesar. En Argentina esto es particularmente relevante, ya que una parte importante del mercado inmobiliario se encuentra dolarizado y los episodios de devaluación de la moneda son frecuentes, impactando en la variación de los precios de un año a otro (de igual modo, repercuten los procesos inflacionarios).

El segundo modelo captura los efectos locales sobre el valor por metro cuadrado de la tierra, de la superficie, la forma, la medida del frente y la ubicación en la cuadra o manzana. Se suma, además, la posibilidad de dar cuenta de los efectos de la situación jurídica y el tipo de valor relevado (venta u oferta), como método útil de homogeneización de valores muestrales, previo al proceso de determinación masiva de los nuevos valores. La aplicación de esta metodología permite determinar un coeficiente de homogeneización que resume los impactos de las características particulares de cada parcela en la muestra para poder re expresar el valor por metro cuadrado en una medida homogénea (correspondiente a una parcela típica en el clúster), contemplando las particularidades locales del mercado inmobiliario, y en donde ya han sido descontados los efectos de la superficie, la forma, el frente, la ubicación en la cuadra, la situación jurídica y el tipo de valor, sobre el valor por metro cuadrado.

Definido el Valor Unitario de la Tierra (VUT), es decir datos actualizados a un mismo momento del tiempo y homogeneizados en función de las características intrínsecas de cada parcela y del mercado inmobiliario local, se procede al entrenamiento de algoritmos de inteligencia artificial para cada uno de los 11 grupos (clústeres) de localidades definidas con anterioridad, y realizar posteriormente las predicciones del valor unitario de la tierra a nivel parcelario. Este punto implica la desaparición de las líneas municipales como entidad geográfica para la asignación de los valores, simplificando el proceso de mantenimiento de la estructura cartográfica de la base catastral. Esta estrategia resuelve, además, los problemas originados en líneas municipales de extensión considerable, líneas municipales en contra frente con líneas más cortas o

parcelas internas en fraccionamientos de cierta extensión, que toman valores del frente o acceso sobre la línea municipal. Adicionalmente, se solucionan inconvenientes observados en zonas que no cuentan con línea municipal o deficiencias en el dibujo de la línea municipal, evitándose la necesidad de su saneamiento gráfico.

Paralelamente, con la función de homogeneización estimada para cada aglomerado, se calculan los coeficientes de ajuste para cada parcela de la base catastral, tomando en consideración las particularidades del mercado inmobiliario local y el efecto en el valor por metro cuadrado de la tierra en función de la superficie, la medida del frente, la forma y ubicación en la cuadra o manzana. Esta asignación automática de coeficientes reemplaza la asignación manual de coeficientes de frente y fondo, eliminando la posibilidad de error humano en la carga y brindando objetividad, propia de una fórmula matemática basada en evidencias del mercado actual y local. Esto permitió, a su vez, la corrección de errores de carga acumulados durante décadas, que a priori serían imposibles de resolver sin emprender una revisión completa de toda la base de datos.

Para la aplicación de los algoritmos antes señalados, y así llegar a la estimación del valor unitario de la tierra urbana a nivel de parcela y para todo el territorio provincial, resulta necesario contar con un conjunto de variables independientes que, a priori, afecten o determinen el valor de la tierra. El desarrollo de estas variables independientes, de carácter territorial, implicó el uso de distintas técnicas y herramientas geomáticas (SIG, procesamiento de imágenes, análisis espaciales, etc.) y la recopilación y procesamiento de diversas fuentes de información, provenientes del mercado inmobiliario, de la estructura urbana, de la base de datos catastral y de imágenes satelitales, entre otras.

Del amplio conjunto de variables estudiadas, se pueden destacar las denominadas de “entorno”, construidas en base a datos catastrales o normativos, como el valor promedio de la superficie edificada del sector, promedio del tamaño de lotes, porcentaje edificado y/o baldío, incidencia de la edificación, etc. Otro importante conjunto son aquellas variables derivadas del procesamiento de imágenes satelitales, que permiten la obtención de distintos índices relacionados a niveles de fragmentación urbana, consolidación edilicia, presencia de vegetación, entre otros. También se destacan las variables de “distancia”, como a rutas o vías principales, a zonas comerciales, cursos y cuerpos de agua, zonas de mayor o menor interés inmobiliario, etc. Algunos de estos datos forman parte de la IDE provincial, lo que constituye un aporte significativo para la aplicación y el mantenimiento de los procesos valuatorios a futuro.

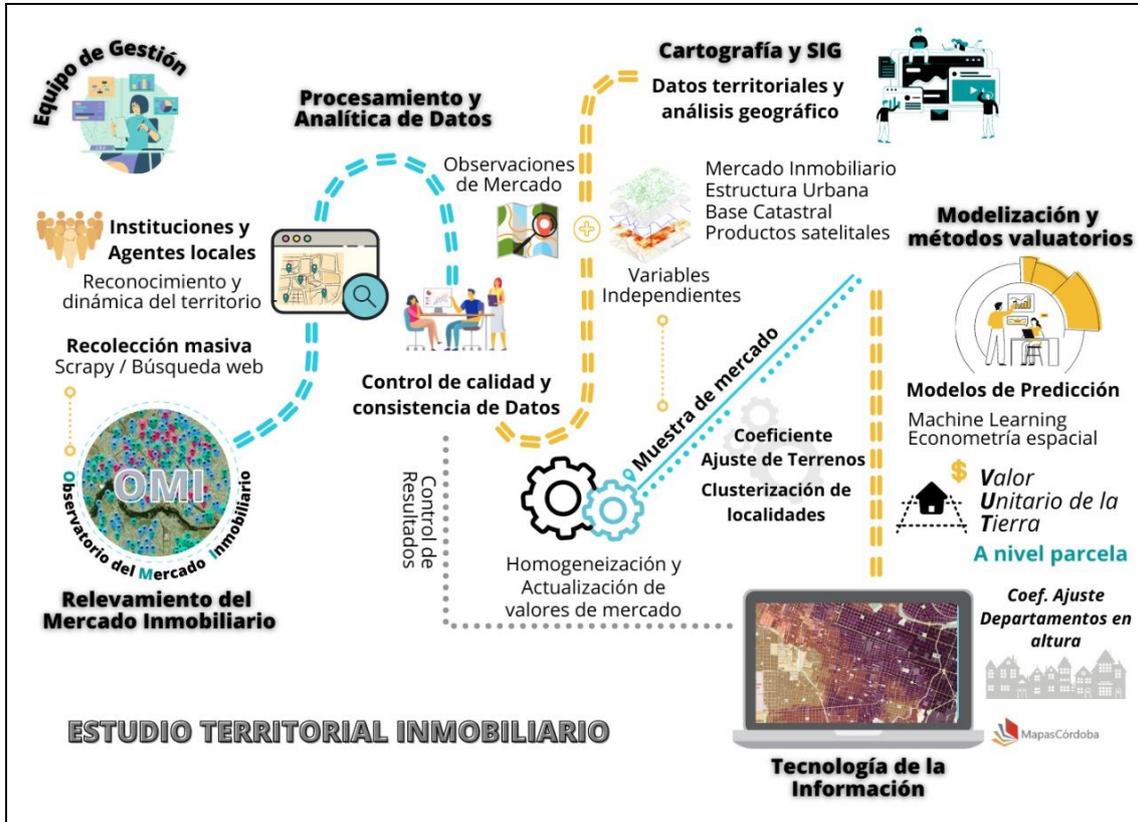
Por último, es importante mencionar que en los resultados de 2021 se mantiene la aplicación del coeficiente de ajuste a los departamentos en altura, que busca disminuir la brecha entre la valuación catastral inicialmente determinada y el valor de mercado, llamado comúnmente en la bibliografía especializada “coeficiente o factor de comercialización”. A pesar de la actualización del valor de la tierra, persisten diferencias entre la valuación de mercado y la valuación catastral, lo que se produce debido a que las singularidades del 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. Por lo tanto, realizar un prorrateo del valor del suelo según la superficie de cada departamento induce a una persistente subestimación de la valuación total de las unidades en propiedad horizontal. En consecuencia, desde 2019 se estima un coeficiente de ajuste a la valuación de los departamentos en altura<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Para ampliar información sobre el cálculo del Coeficiente de Ajuste de Departamentos en Alturas consultar el [Resumen Metodológico y Resultados Obtenidos del Estudio del Mercado del Suelo Urbano de la Provincia de Córdoba 2020](#), Capítulo 10.

La Figura 1 presenta esquemáticamente el proceso general llevado adelante para la determinación masiva de los valores de la tierra urbana (VUT) en la provincia de Córdoba, actualizado a 2021, que lleva adelante el equipo de IDECOR conjuntamente con el Catastro Provincial.

Figura 1: Proceso de trabajo del Estudio Territorial Inmobiliario de la Provincia de Córdoba



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

### 3. Relevamiento del mercado inmobiliario

El objetivo del relevamiento es recolectar información original del mercado inmobiliario que permita estudiar y comprender las dinámicas del desarrollo territorial y las particularidades del mercado local. A tal fin, se ejecutan trabajos en todos los centros urbanos de la provincia (más de 450 localidades, incluida Córdoba Capital) y se relevan datos de todo tipo (ofertas, en su mayoría, pero también ventas, remates y tasaciones).

El relevamiento de datos se apoya en el [Observatorio del Mercado Inmobiliario](#) (OMI) de la Provincia de Córdoba, una aplicación web desarrollada por IDECOR que posibilita el registro y sistematización de datos de mercado en una base georreferenciada, con el fin de analizar la evolución y la dinámica de los precios de inmuebles urbanos y rurales. Los datos se categorizan según el tipo de inmueble, ya sea baldío, edificado, PH o rural. En la Tabla 1 puede apreciarse la cantidad y tipo de datos relevados para los estudios urbanos, según el año de los trabajos.

Tabla 1: Cantidad de datos urbanos según el año de relevamiento y tipo de inmueble

Cantidad de Datos	Año de relevamiento					Total general
	2017	2018	2019	2020	2021	
Tipo de Inmueble						
Baldíos	1.369	7.195	6.096	8.147	5.256	28.063
Edificados	718	2.700	2.356	3.059	4.043	12.876
<b>Total general</b>	<b>2.087</b>	<b>9.895</b>	<b>8.452</b>	<b>11.206</b>	<b>9.299</b>	<b>40.939</b>

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

Durante 2021 se relevaron más de 5.200 baldíos, los que informan de manera directa el valor de la tierra urbana libre de mejoras (representan el 35% del total de datos relevados en 2021, en toda la provincia) y algo más de 4.000 edificados (28% del total). También se registraron 600 datos correspondiente a inmuebles rurales y más de 3.000 datos de inmuebles bajo el régimen de Propiedad Horizontal.

#### 3.1. Organización del relevamiento de mercado

El relevamiento del año 2021 se planificó en forma integral teniendo en cuenta que el objetivo apuntó a actualizar los valores de la tierra siguiendo el agrupamiento de localidades en los clústeres urbanos ya definidos en 2020 (ver Capítulo 4). En este sentido, buscando cubrir toda el área de estudio en forma simultánea, se seleccionaron las localidades más representativas de cada clúster y se recolectaron datos durante el primer semestre del año.

La cantidad de datos a relevar se fijó en función de las experiencias de años anteriores, estableciéndose un objetivo para el relevamiento 2021 de 7.500 datos urbanos, entre edificados y baldíos.

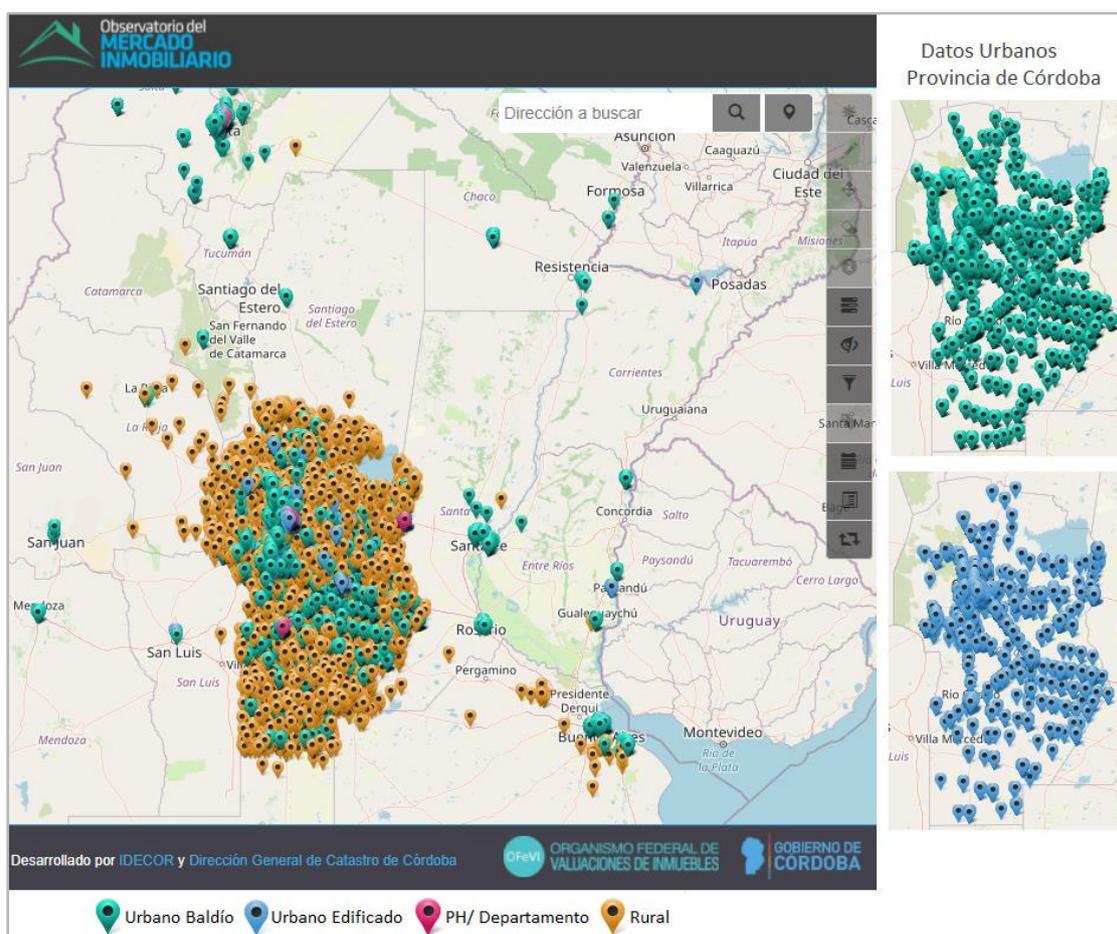
#### 3.2. Levantamiento y sistematización de datos de mercado

El territorio provincial presenta distintos escenarios, a nivel de mercados urbanos: la ciudad de Córdoba Capital y su área metropolitana; las tres grandes ciudades del interior (Río Cuarto, Villa María y San Francisco) con su correspondientes áreas de influencia; grupos de ciudades medianas de llanura, con traza

en damero, de conformación más simple y ordenada; localidades de sierras, de traza irregular, conurbanizadas y más complejas por la topografía; hasta llegar al resto de localidades pequeñas y dispersas. En esta complejidad de escenarios nace la importancia de implementar distintas estrategias a la hora de relevar el mercado y conformar una muestra que sea lo más representativa posible y no esté sesgada por determinadas fuentes y/u origen de la información.

Para la recolección y sistematización de la información, la plataforma OMI posibilita el trabajo conjunto y simultáneo de todos los actores, instituciones y agentes involucrados. En la Figura 2 puede apreciarse la interfaz de la plataforma y la distribución espacial de los datos actualmente registrados en el Observatorio, diferenciados por tipo de inmueble.

Figura 2: Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI), Córdoba



Fuente: IDECOR, 2021

Para el levantamiento de datos, en 2021 se desplegaron varias estrategias que luego se complementaron con otros recursos. Una de ellas, fue trabajar con el apoyo de más de 15 equipos municipales –con funcionarios y personal técnico- que formaron parte del relevamiento y mantienen su compromiso aportando datos al observatorio.

El aporte de los municipios resultó en torno al 50% en promedio del total de datos recolectados en 2021 en dichas localidades. Este grupo de usuarios de 15 ciudades, sumaron un total de 3.400 datos al Observatorio.

Por otro lado, se mantuvo la carga por medio de agentes. Los agentes son profesionales de la zona, con formación en arquitectura, ingeniería, agrimensura o corretaje inmobiliario; con conocimiento del territorio y la dinámica inmobiliaria local, y buenas relaciones con las principales instituciones y actores económicos y sociales de la zona.

No obstante, el equipo de trabajo de IDECOR y el Catastro Provincial, llevaron adelante la búsqueda de información inmobiliaria en portales de avisos clasificados, incorporando dato a dato en el Observatorio. Así mismo, mediante la técnica "scraping" de portales web, se llevó a cabo la extracción masiva de datos, para su posterior normalización, análisis de consistencia, filtro y selección de observaciones que finalmente se incorporaron a OMI. La técnica permitió conocer anticipadamente el volumen, distribución y la calidad de la información existente, pero también implicó un importante tiempo para la sistematización y saneamiento de datos.

También se incorporaron tasaciones oficiales del Consejo de Tasaciones de la Provincia de Córdoba y algunos datos a partir de la base del Impuesto de Sellos (transferencias de inmuebles). Asimismo, en zonas con poca información del valor de la tierra libre de mejoras, se realizaron tasaciones ad-hoc por parte del equipo de trabajo y estimación de valores de terreno a partir de inmuebles edificados, vía deducción de mejoras.

La participación de usuarios de distintos grupos técnicos tiene como fin obtener una muestra de datos relevados no sesgada a una fuente de información, sino que provenga de diferentes orígenes y enfoques, siempre y cuando la información sea de calidad y pueda estructurarse.

### **3.3. Control de calidad inicial**

Durante la instancia de relevamiento de datos se llevan en forma permanente controles de calidad preliminar, que apuntan a cubrir estándares mínimos respecto a carga adecuada y en función de los criterios fijados por el Observatorio. Los datos deben ser completos, consistentes (asegurando fuentes de calidad) y útiles a los fines de los diversos estudios; así mismo, convenientemente distribuidos y en áreas representativas. En todos los casos, se verifica que la información sea completa, la ubicación correcta y en correspondencia con los datos catastrales.

En un segundo control, se verifica la coherencia del valor estableciendo entornos inmediatos, comparando el valor unitario de cada dato con la mediana del valor de sus vecinos próximos. Para aquellos datos que presentan grandes diferencias o dudas, se verificó directamente con la fuente origen.

## 4. Procesamiento y análisis de las observaciones de mercado

### 4.1. Clusterización de localidades

Con el objetivo de capturar los efectos locales sobre el valor por metro cuadrado de la tierra, se procede al procesamiento y análisis de las observaciones de mercado por grupos de localidades de características similares.

El agrupamiento (clusterización) de las localidades conforme el funcionamiento de los mercados de suelo locales, es implementado de los trabajos 2020 y es el realizado por medio del algoritmo Fuzzy c-Means<sup>2</sup> (Bezdek et al. 1984), sometidos luego a una técnica de comunicación estructurada sobre un panel de 10 expertos. surgió una versión final del agrupamiento, que cuenta con 11 clústeres o aglomerados urbanos; la conformación y cantidad de localidades que cada uno de ellos posee puede observarse en la Tabla 2.

Tabla 2: Cantidad de localidades por clúster conformado

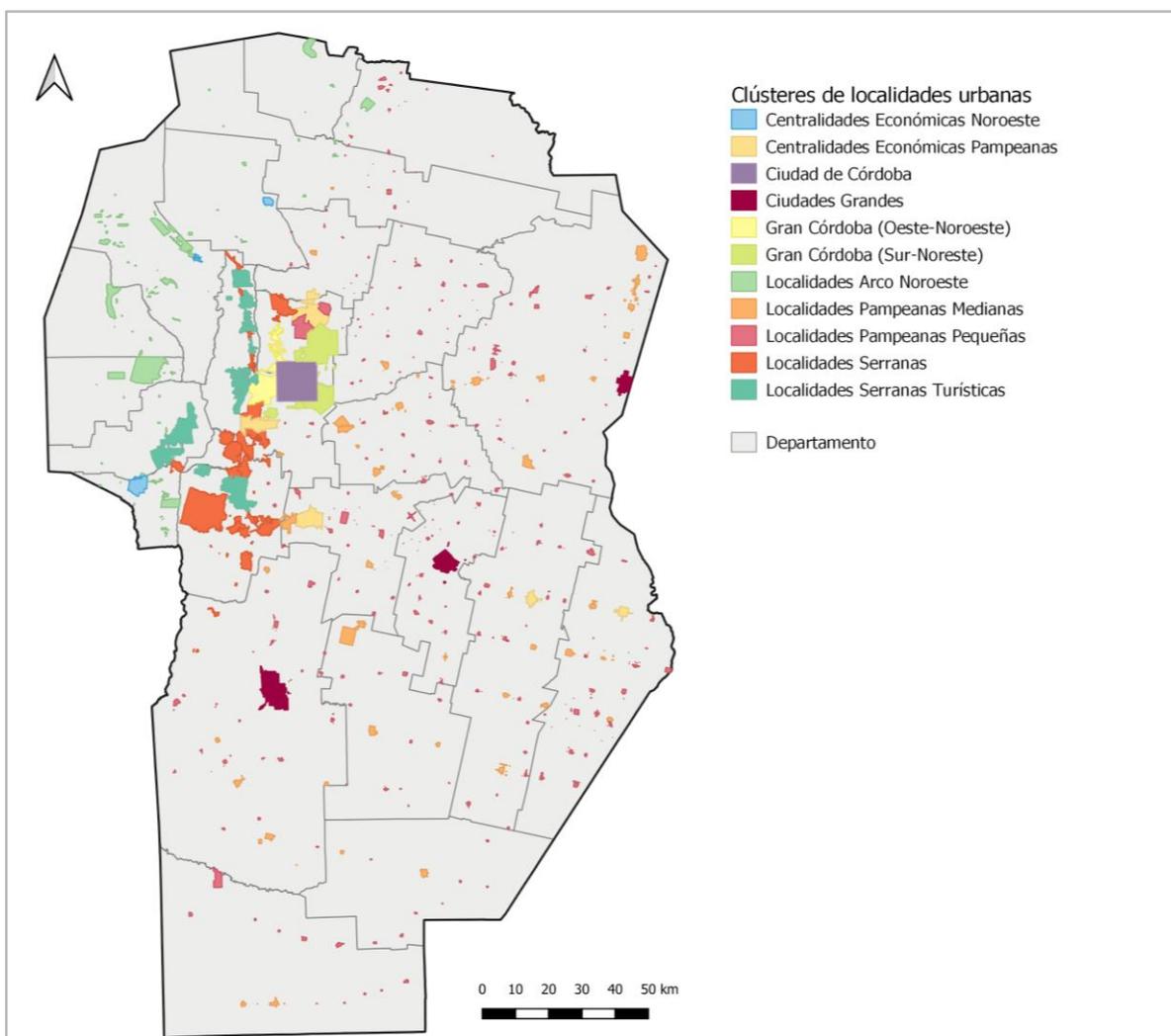
Clúster	Cantidad Localidades
Gran Córdoba (Sur-Noreste)	13
Gran Córdoba (Oeste-Noroeste)	11
Centralidades Económicas Pampeanas	8
Ciudades Grandes	9
Localidades Serranas Turísticas	32
Ciudad de Córdoba	1
Localidades Pampeanas Medianas	48
Localidades Serranas	50
Centralidades Económicas Noroeste	5
Localidades Arco Noroeste	48
Localidades Pampeanas Pequeñas	232
<b>Total</b>	<b>457</b>

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2020

<sup>2</sup> En términos generales, la metodología de k-Means, propuesta por J.B. MacQueen, es un algoritmo de clusterización no supervisado que se propone encontrar k divisiones que satisfagan un determinado criterio (Y. Liand Wu, 2012). Dado que el algoritmo es no-jerarquizado, es necesario que se defina previamente el número de zonas. Definidas las particiones, se aplica el algoritmo Fuzzy c-Means, que es una generalización del k-Means. Consiste en minimizar una función de distancia (Euclidiana, Mahalanobis, Manhattan, entre otras), que relaciona un punto u observación con el centroide o centro del grupo establecido previamente en el hiperplano. El método se refiere a una partición difusa "suave", en la que se define el grado de pertenencia de cada observación a cada uno de los clústeres. Finalmente, se define la ubicación de cada observación al grupo en el cual presente el mayor grado o probabilidad de pertenencia.

En la Figura 3 puede apreciarse la distribución espacial de la clusterización efectuada sobre las localidades urbanas de la Provincia de Córdoba.

Figura 3: Mapa de clusterización de localidades para estudios de mercado de suelo urbano, Provincia de Córdoba



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2020

## 4.2. Actualización de las muestras de mercado a un mismo momento de tiempo

A fin de aprovechar los datos registrados en el Observatorio desde 2017, lo que permite multiplicar la cantidad de información a utilizar en los modelos valuatorios, se aplicó la metodología diseñada en 2020 que posibilita reexpresar todas las observaciones a un mismo tipo de cambio, es decir, a un mismo momento de tiempo (Bullano, et al. 2020). A estos fines, en 2020 se investigó el concepto de “elasticidad”, introducido por Alfred R. Marshall (Marshall, 1890) con el propósito de cuantificar el impacto que la variación de una variable tiene sobre otra, en donde esta última depende de la primera. La aplicación de este concepto a los valores de mercado sirvió para estimar el cambio porcentual que experimenta el valor por metro cuadrado de la tierra en pesos ( $\text{valor}_{\text{m}^2}$ ) frente a una variación porcentual en el tipo de cambio.

Matemáticamente, este valor puede ser calculado mediante la derivada del logaritmo natural del valor por metro cuadrado, respecto al logaritmo natural del tipo de cambio, como se detalla en la Ecuación (1).

$$elasticidad_{TC} = \frac{\Delta\%(valor\_m^2)}{\Delta\%TC} = \frac{\delta \ln(valor\_m^2)}{\delta \ln \ln (TC)} \quad (1)$$

En otras palabras, el concepto de elasticidad se asemeja al nivel de respuesta del valor por metro cuadrado de la tierra cuando varía el tipo de cambio, es decir, al grado de dolarización que posee el mercado inmobiliario en estudio.

Considerando que se trabajó con observaciones desde 2017 hasta 2021, que conforme los criterios del Observatorio se registraron con la moneda de la publicación o fuente (es decir, en pesos o dólares según correspondiera), se siguieron las siguientes pautas en la preparación final de la muestra: los datos relevados en dólares se convirtieron a pesos al tipo de cambio oficial<sup>3</sup> promedio mensual, según la fecha del dato e informado por el Banco Central de la República Argentina (BCRA). Luego, con los valores en pesos de toda la muestra, se calcularon las elasticidades por cuartil. Por último, se actualizaron todos los datos de mercado a la fecha fijada del estudio (mayo de 2021); el TC adoptado fue \$ 129,49 por dólar, que resulta de considerar el tipo de cambio oficial, incluyendo impuesto PAIS, para el mes de mayo de 2021 ( $tc_{act} = 129,49$ ).

Para mayor detalle sobre los cálculos y resultados de las elasticidades obtenidos en cada clúster en que se agruparon las localidades de la provincia consultar el Anexo I.

### 4.3. Homogeneización de los valores de mercado y coeficientes de ajuste para terrenos

Los criterios de homogeneización no sólo se aplican al momento de calcular la valuación de cada terreno (parcela); también son un elemento crítico en el tratamiento de los datos de mercado registrados en un observatorio de valores, para luego ser utilizados en un proceso de valuación masiva. En tal sentido, las observaciones de mercado no sólo pueden diferir en su frente, fondo, forma y/o ubicación en la cuadra, sino también en otras características propias que pueden tener impacto en el valor por metro cuadrado: la situación jurídica (si se trata de un predio con título o sin título, bajo el supuesto que los predios sin título se comercializan a un valor menor) o el tipo de valor observado (si se está observando una oferta, asumiendo que existe un margen de negociación implícito en la operación, o una venta ya realizada). Es clave incorporar estos factores en la homogeneización de los valores de mercado capturados, antes de proseguir con el proceso de valuación.

El valor por metro cuadrado de un predio depende de su superficie, medida de frente, forma, ubicación en la cuadra o manzana (medial, esquina, interno, salida a dos calles), la situación jurídica del inmueble (con o sin escritura, ya sea por posesión o un lote en preventa) y el tipo de valor relevado (valor de oferta o de venta/tasación), entre otras variables. Estas relaciones pueden expresarse como una ecuación lineal, si se toma logaritmo natural en la variable dependiente, en la superficie y el frente. En 2020 se indagaron alternativas metodológicas que no sólo permitían actualizar la intensidad con la cual el mercado inmobiliario penaliza el frente, fondo, forma y/o ubicación en la cuadra de los predios urbanos, sino también analizar el impacto diferencial de estos efectos en el territorio, conforme su ubicación geográfica (Cerino, et al. 2020).

---

<sup>3</sup> A partir de enero del año 2020 se tiene en cuenta el tipo de cambio oficial incluyendo el impuesto PAIS (dólar solidario).

Estas investigaciones determinaron la superación del modelo Fitte-Cervini<sup>4</sup>, determinando los parámetros estimados de las distintas variables que conforman la función de homogeneización, para cada clúster (ver Anexo II).

La función de homogeneización, en el proceso de valuación masiva luego es aplicable a toda la base parcelaria, con la salvedad que las variables *tipo de valor* y *situación jurídica* asumen siempre el valor cero (venta y con escritura, respectivamente) en todos los predios. En consecuencia, los parámetros de estas variables no afectan el coeficiente de homogeneización en la base parcelaria.

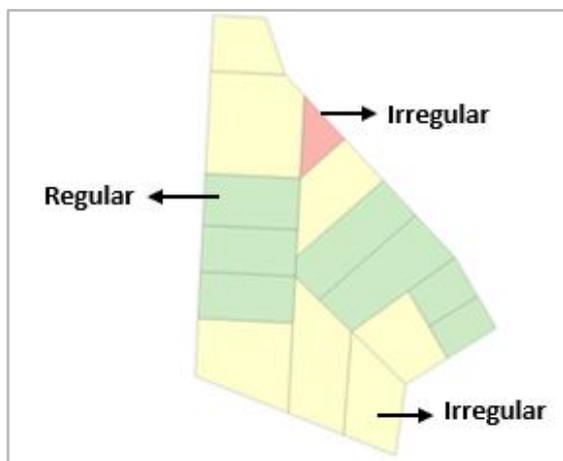
#### 4.4. Variables de morfología y ubicación

Como parte de las reformas implementadas en 2020 fue necesario automatizar el cálculo de las variables de morfología parcelaria y ubicación en la cuadra o manzana, las que se utilizan en la función de homogeneización.

La morfología de las parcelas y su ubicación en la cuadra o manzana atiende a dos factores principales. En primer lugar, a propiedades particulares de las mismas, como sus ángulos internos o la longitud de los lados; por otro lado, a la relación de la parcela con su entorno. Para estudiar estos factores se recurrió a la modelización de la entidad de estudio (parcela) bajo dos modelos, un modelo geométrico y un modelo topológico.

La Figura 4 muestra un ejemplo de los resultados obtenidos de la clasificación morfológica en una manzana (mediante el algoritmo de clasificación Random Forest).

Figura 4: Clasificación de parcelas según forma



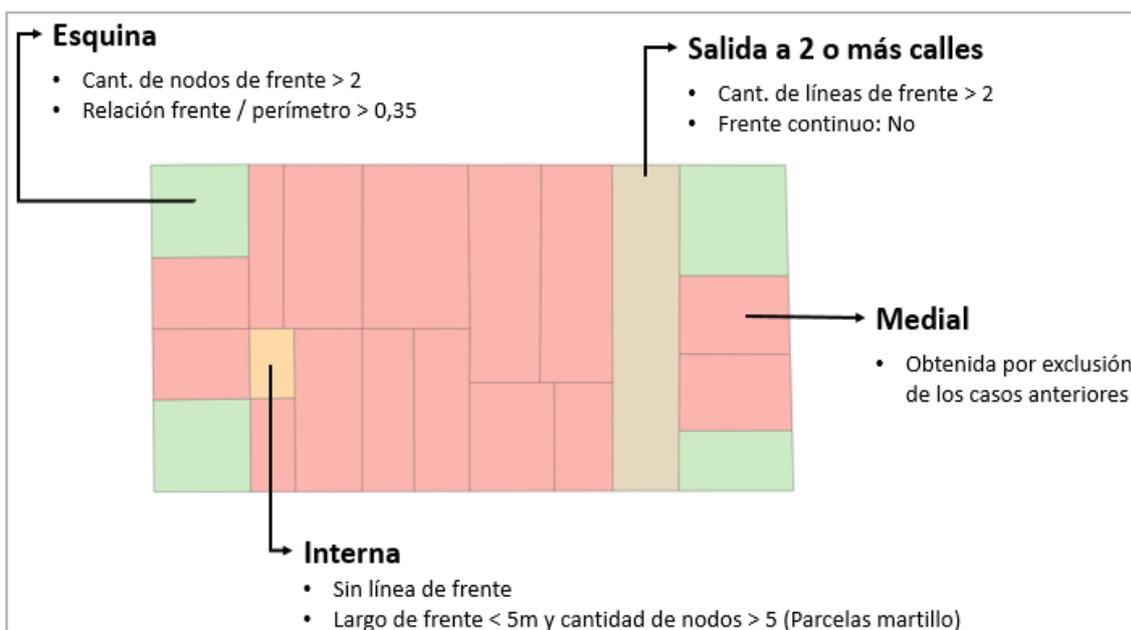
Fuente: Estudio Territorial inmobiliario, 2020

<sup>4</sup> En 1939 el arquitecto R. Fitte y el agrimensor A. Cervini publicaron su trabajo pionero "Antecedentes para el estudio de normas para tasaciones urbanas en Capital Federal" a solicitud del Banco Hipotecario Nacional de Argentina (Fitte y Cervini, 1939), con el objetivo de establecer criterios relativamente estandarizados para guiar el estudio del valor de los inmuebles urbanos. Estos criterios fueron adaptados y modificados, incorporando otros efectos además del frente y el fondo, como la ubicación en la cuadra o la forma de la parcela. Sin embargo, se trata de criterios basados en un estudio realizado hace mucho tiempo, sobre una localización y características de mercado acotadas. Nada garantiza que las reglas de mercado que operaban en la ciudad de Buenos Aires en 1939 se cumplan con la misma intensidad en la actualidad, ni que estas reglas sean trasladables de manera directa a todas las localidades de la provincia de Córdoba.

Por otro lado, para la clasificación de parcelas según su ubicación en la cuadra o manzana, se utilizaron variables que caracterizan las parcelas tanto geoméricamente como en relación a su entorno. De esta manera, se crearon reglas de decisión que permitieron discriminar la ubicación de la parcela; las reglas utilizadas, además de mostrarse en Figura 5, se listan a continuación:

- Parcela esquina: se determina la asignación a esta categoría a aquellas parcelas cuya línea de frente contenga más de dos vértices y presente una relación frente / perímetro mayor a 0,35.
- Parcela con salida a dos o más calles: pertenecen a esta categoría aquellas parcelas que contengan dos o más líneas de frente, no continuas.
- Parcela interna: en esta clase se agrupan aquellas parcelas que no tienen línea de frente; como aquellas que, aun teniendo línea de frente, su longitud es menor a 5 (cinco) metros.
- Parcela medial: todas aquellas no comprendidas en las categorías descritas anteriormente.

Figura 5: Clasificación de parcelas según ubicación en la cuadra



Fuente: Estudio Territorial inmobiliario, 2020-2021

## 5. Descripción de la muestra final de mercado

La muestra de mercado finalmente utilizada para la construcción de los modelos valuatorios fue de 11.435 observaciones. En la Tabla 3 se presentan las estadísticas descriptivas de la misma. En promedio la mediana muestral del Valor Unitario de la Tierra (VUT) para toda la provincia fue cercana a \$3.700/m<sup>2</sup>, un 48% mayor que los valores del 2020 y 147% superior a valores de 2019. El clúster con el VUT mediano más alto es la Ciudad de Córdoba, con un valor de \$17.500/m<sup>2</sup>, un 59% superior a la mediana de 2020 y 218% mayor a la de 2019.

Tabla 3: Estadísticas descriptivas de la muestra de mercado, por clúster

Clúster	Cantidad de datos	VUT Mediano 2021 (\$)	VUT Mediano 2020 (\$)	VUT Mediano 2019 (\$)	VUT 2021 vs 2020	VUT 2021 vs 2019
Gran Córdoba (Sur-Noreste)	232	2.250	1.300	1.100	73%	105%
Gran Córdoba (Oeste-Noroeste)	1.556	5.100	3.600	1.900	42%	168%
Centralidades Económicas Pampeanas	781	6.700	4.500	2.100	49%	219%
Ciudades Grandes	842	7.950	5.250	3.000	51%	165%
Localidades Serranas Turísticas	2.370	2.800	1.750	1.100	60%	155%
Ciudad de Córdoba	1.826	17.500	11.000	5.500	59%	218%
Localidades Pampeanas Medianas	1.082	3.900	2.500	1.500	56%	160%
Localidades Serranas	1.441	1.800	1.100	800	64%	125%
Centralidades Económicas Noroeste	194	2.000	1.400	850	43%	135%
Localidades Arco Noroeste	236	1.200	800	450	50%	167%
Localidades Pampeanas Pequeñas	875	1.600	1.000	650	60%	146%
<b>Total</b>	<b>11.435</b>	<b>3.700</b>	<b>2.500</b>	<b>1.500</b>	<b>48%</b>	<b>147%</b>

Fuente: Estudio Territorial inmobiliario, 2021

Resulta importante mencionar que la inflación acumulada<sup>5</sup> entre mayo de 2020 y mayo de 2021 se ubicó en el 47,6%, mientras que la variación en el tipo de cambio<sup>6</sup> para el mismo periodo, fue del 42,20%. Estos mismos indicadores para el periodo mayo de 2019 a mayo de 2021 se ubican en un 108,99% de inflación y un incremento en el valor del tipo de cambio del 180,96%.

Así mismo, los datos de mercado permitieron evaluar en cada clúster el estado de situación de las valuaciones catastrales, conforme los indicadores de la IAAO (International Association of Assessing Officers, mayor información en Anexo III). La Tabla 4 presenta los principales resultados, los que se basan en el cálculo del ratio (división) entre el valor catastral vigente y el valor de mercado relevado. Se aprecia

<sup>5</sup> Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba (<https://estadistica.cba.gov.ar/>).

<sup>6</sup> Tipo de Cambio Minorista de Referencia - Punta Vendedor ([http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Cierre\\_de\\_cotizaciones.asp](http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Cierre_de_cotizaciones.asp)) Nota: Mayo de 2021 incluye Impuesto País del 30%.

que las medianas del ratio de todos los clústeres son menores a 0.9 (límite sugerido por la IAAO), indicando la conveniencia de actualizar los valores. Otro indicador relevante para el análisis es el coeficiente de dispersión (CD), que indica en específico cuánto se desvían en promedio los ratios de su mediana (es un indicador de homogeneidad de las valuaciones). En el año 2021 el CD para la provincia de Córdoba se estimó en 0,13. Por último, es interesante analizar el indicador PRD (Diferencial Relacionado al Precio), estimado en 1,03, indicando que la estructura de valor del suelo genera un funcionamiento equitativo del impuesto inmobiliario.

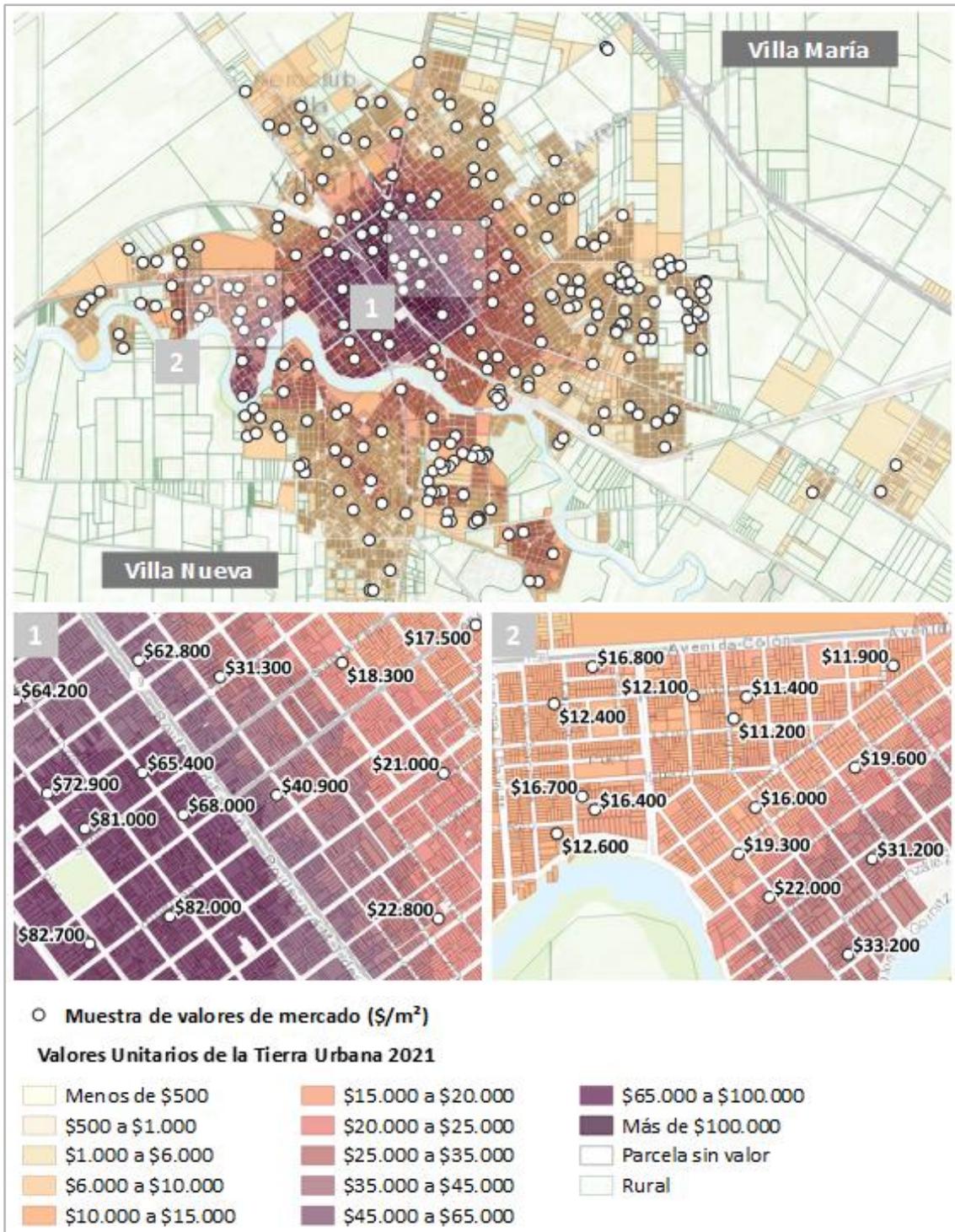
Tabla 4: Estadísticas indicadores IAAO de la muestra por clúster

Clúster	Mediana Ratio	Media Ratio	Media Ponderada	CV	CD	PRD
Gran Córdoba (Sur-Noreste)	0,68	0,68	0,68	0,13	0,13	1,01
Gran Córdoba (Oeste-Noroeste)	0,68	0,68	0,68	0,13	0,13	1,01
Centralidades Económicas Pampeanas	0,67	0,66	0,65	0,09	0,09	1,02
Ciudades Grandes	0,67	0,67	0,67	0,08	0,08	1,00
Localidades Serranas Turísticas	0,65	0,66	0,65	0,19	0,19	1,03
Ciudad de Córdoba	0,65	0,65	0,63	0,13	0,13	1,05
Localidades Pampeanas Medianas	0,67	0,67	0,65	0,10	0,10	1,03
Localidades Serranas	0,64	0,66	0,63	0,13	0,13	1,03
Centralidades Económicas Noroeste	0,67	0,66	0,64	0,12	0,12	1,04
Localidades Arco Noroeste	0,67	0,66	0,64	0,12	0,12	1,04
Localidades Pampeanas Pequeñas	0,67	0,69	0,66	0,15	0,16	1,04
<b>Total</b>	0,66	0,67	0,65	0,13	0,14	1,03

Fuente: Estudio Territorial inmobiliario, 2021

A modo de ejemplo, en la Figura 6 puede observarse la distribución espacial de la muestra final de mercado en la localidad de Villa María, con la localidad contigua de Villa Nueva.

Figura 6: Distribución espacial de la muestra de mercado en la Localidad de Villa María y Villa Nueva (valores expresados en \$)



Fuente: Estudio Territorial inmobiliario, 2021

## 6. Variables independientes usadas en los modelos de valuación de la tierra urbana

Los modelos valuatorios se desarrollan a partir de dos vertientes principales de datos. Por un lado, los datos del mercado inmobiliario que se relevan y registran en el Observatorio (OMI), los cuales, luego son procesados y homogeneizados, hasta conformar la muestra final de mercado. Y un segundo conjunto de datos, denominadas variables independientes en todo modelo estadístico, que describen las características principales y rasgos distintivos del territorio, que influyen en la formación de los valores del suelo.

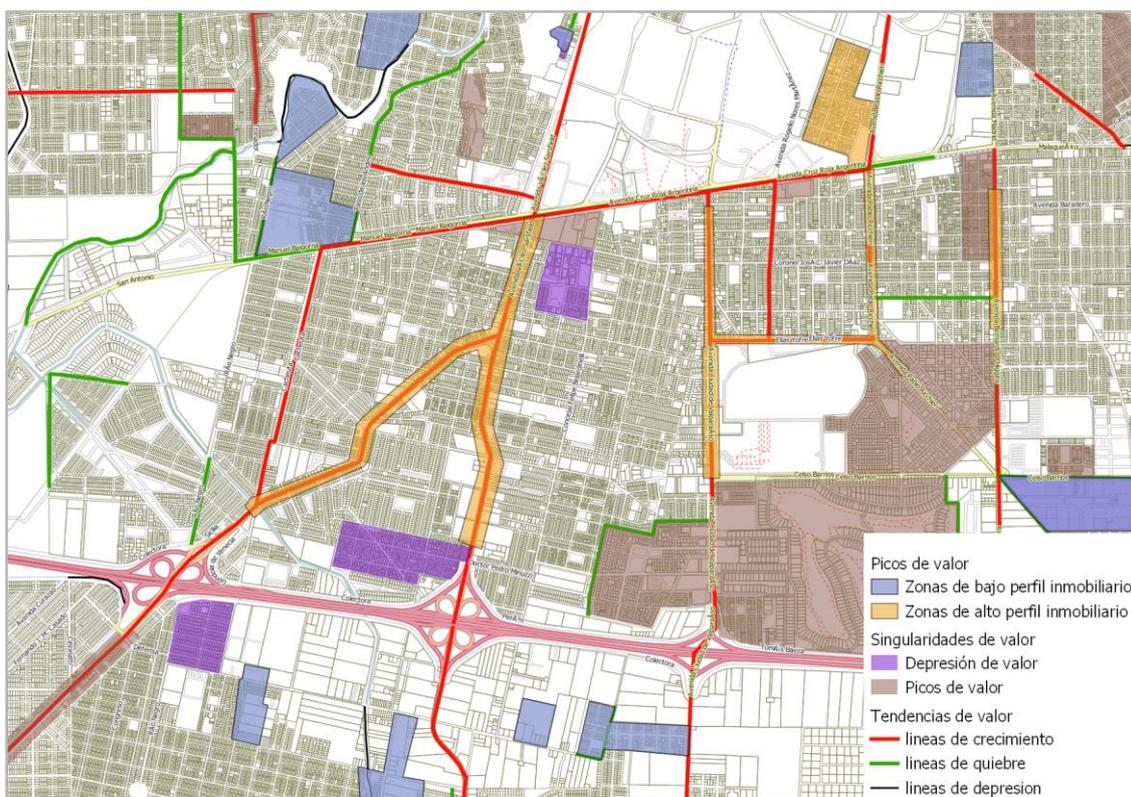
El desarrollo de las variables territoriales utilizadas en los modelos, requiere de la recopilación de datos de fuentes específicas y la construcción de análisis particulares, que se desarrollan a continuación. Para ampliar descripción sobre las variables utilizadas se puede consultar el Anexo IV.

### 6.1. Variables provenientes del mercado inmobiliario

Sintetizan la información recabada en entrevistas y recorridos in situ por los agentes locales, con el fin de resumir las características del mercado inmobiliario en cada localidad.

Entre ellas se destacan aquellas que refieren a distancia a zona de alto perfil inmobiliario ( $d_{alta}$ ), distancia a zona de bajo perfil inmobiliario ( $d_{baja}$ ), distancia a ejes de alto valor inmobiliario ( $d_{lineadiv}$ ) y zonas de bajo valor inmobiliario ( $d_{depre}$ ).

Figura 7: Sector del mapa del mercado inmobiliario, localidad de Córdoba



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

En la Figura 7 la zona de alto perfil inmobiliario se indica en naranja y los ejes de alto valor inmobiliario, en rojo. En todos los casos se calcularon distancias euclidianas hasta alcanzar cada elemento, tanto para las muestras como para todas las parcelas urbanas.

## 6.2. Variables provenientes de la estructura urbana

El objetivo de estas variables es describir de forma sencilla la estructura urbana de cada localidad, en función de los siguientes elementos: Rutas (d\_ruta); Vías principales (d\_viasprin); Vías secundarias (d\_viassec); y Ríos y cuerpos de agua (d\_rio).

Figura 8: Sector del mapa de estructura urbana, localidad de Oliva



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

En la Figura 8 se presenta un mapa de la localidad de Oliva, donde pueden apreciarse las variables provenientes de la estructura urbana; en amarillo se indican las rutas, en violeta las vías principales y en lila, las vías secundarias. En todos los casos se calcularon distancias euclidianas hasta alcanzar cada elemento, tanto para las muestras como para todas las parcelas urbanas.

## 6.3. Variables provenientes de la base de datos catastral

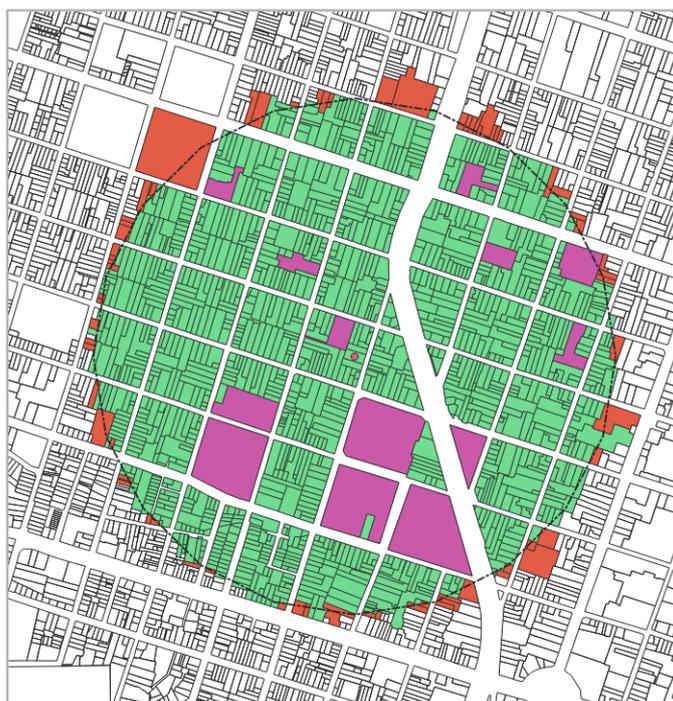
La base catastral es una valiosa fuente de información para el procesamiento y análisis de diversas variables territoriales, dado que contiene datos correspondientes a las parcelas de todo el territorio provincial, su componente alfanumérica permite conocer características propias de cada parcela y su entorno.

En este proceso se realizó un análisis de autocorrelación espacial; este término hace referencia a la existencia de una correlación de una variable consigo misma, de tal modo que los valores de esta variable en una posición son similares con los de esa misma variable en otros puntos cercanos. Tomando como ejemplo las parcelas registradas en la base catastral, es razonable que parcelas vecinas tengan tamaños similares o superficies construidas análogas. En ocasiones, se pueden observar parcelas cuyas características difieren en relación con su entorno, por ejemplo, un único edificio de 20 pisos en un barrio residencial. La inclusión de extremos en un cálculo de entorno puede distorsionar los resultados, por tal motivo es necesario no tenerlos en cuenta, ya que no son representativos de su entorno. Se llevaron a cabo distintos análisis para identificar de una forma eficiente tales casos, la metodología, que permitió obtener mejores resultados, consistió en calcular, para algunos atributos, el promedio y desvío estándar existente dentro del entorno de los 500 metros. Los cuales se emplearon para definir los límites de exclusión:

- $\text{lim\_inf\_promedio}$ : promedio menos 2 veces el desvío\_estandar.
- $\text{lim\_sup\_promedio}$ : promedio más 2 veces el desvío\_estandar.

Los valores fuera de los límites establecidos fueron desestimados del cálculo. Esta metodología se aplicó sobre 3 variables para detectar los outliers: superficie de terreno, superficie de mejoras y FOT.

Figura 9: Proceso de cálculo de variables catastrales



*Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021*

En la Figura 9 se puede apreciar un ejemplo del análisis espacial, las parcelas en violeta son atípicas en relación a su entorno. Las parcelas en naranja son aquellas con menos de un 30% de superficie dentro del radio de análisis. El cálculo se realiza únicamente con las parcelas en verde.

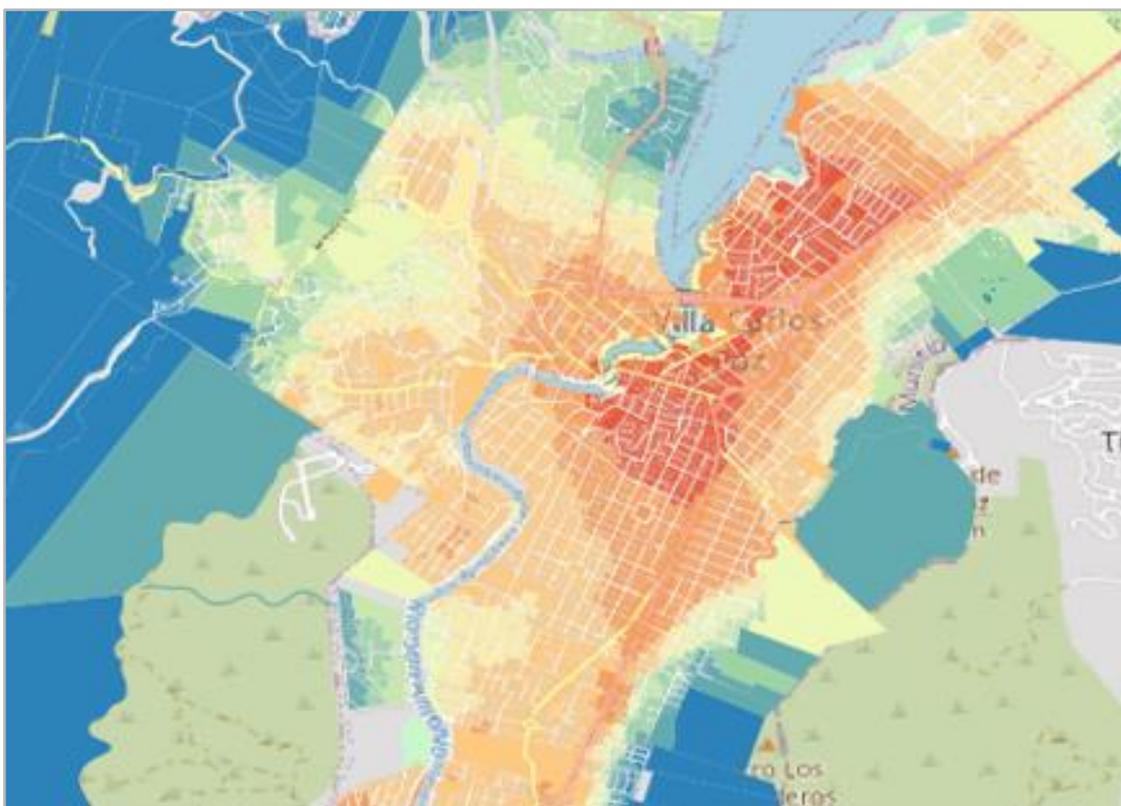
El radio de análisis fue de 500 metros y en cada cálculo se incluyeron las parcelas con más de un 30% de su superficie dentro de dicho entorno.

Las variables obtenidas corresponden a cálculos realizados, utilizando los datos de superficies de terreno, superficie edificada, cantidad de inmuebles, estado y tipo de valuación, las que se combinaron, según se describe a continuación:

- Porcentaje de Edificación (*perc\_edif*): representa la intensidad de ocupación del suelo en el entorno. Se calcula mediante la expresión de la Ecuación (2).

$$perc\_edif = \sum \frac{m^2 Edificado}{m^2 Parcelas} \quad (2)$$

Figura 10: Variable Porcentaje edificado, localidad de Villa Carlos Paz



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

- Promedio edificado (*prom\_edif*): corresponde a la cantidad promedio de metros cuadrados construidos por parcela edificada en el entorno; es decir, la construcción promedio existente en la zona. El valor viene dado por la Ecuación 3.

$$prom_{edif} = \sum \frac{m^2 Edificado}{Cant. Parcelas Edificadas} \quad (3)$$

- Porcentaje de baldíos (*perc\_bald*): indica el porcentaje de parcelas baldías en relación al total de parcelas en el entorno. Se calcula mediante la Ecuación 4.

$$perc\_bald = \sum \frac{Cant. Baldío}{Cant. Parcelas} \quad (4)$$

- Porcentaje de m<sup>2</sup> baldíos (perc\_baldm): indica la cantidad de metros cuadrados vacantes respecto del total de tierra desarrollada (metros cuadrados de parcelas formales), en el entorno. El valor es obtenido con la Ecuación (5).

$$perc\_baldm = \sum \frac{m^2 \text{Baldío}}{m^2 \text{Parcelas}} \quad (5)$$

- Promedio de lote (prom\_lote): corresponde al tamaño promedio de las parcelas en el entorno. Indica el grado de subdivisión del área. Se obtiene mediante la Ecuación (6).

$$prom\_lote = \sum \frac{m^2 \text{Parcelas}}{\text{Cant. Parcelas}} \quad (6)$$

- Porcentaje de cuentas de PH (perc\_ph\_cuenta): corresponde al porcentaje de cuentas ph sobre el total de cuentas en el entorno. El valor viene dado por la Ecuación (7):

$$perc\_ph\_cuenta = \sum \frac{\text{cant\_cuentas\_ph}}{\text{total de cuentas}} \quad (7)$$

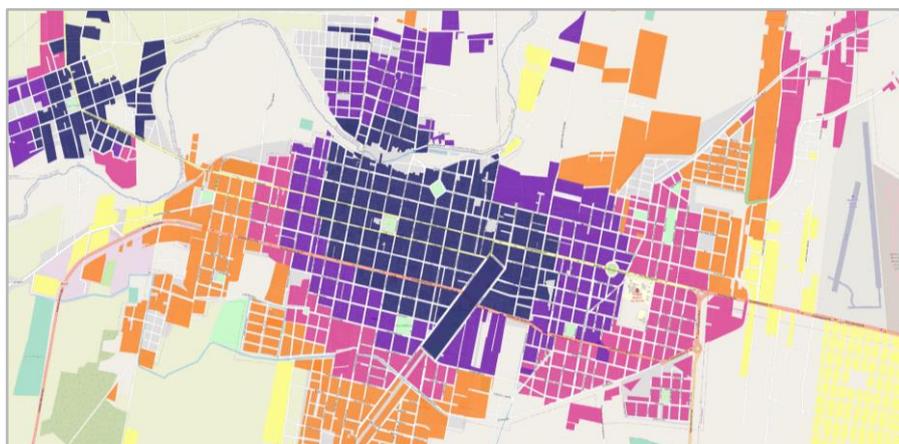
- Porcentaje de valuación urbana (perc\_val\_urb): corresponde al porcentaje de parcelas con valuación urbana sobre el total de parcelas en el entorno. El valor viene dado por la Ecuación (8)

$$perc\_val\_urb = \sum \frac{\text{cant\_parcelas\_val\_urbana}}{\text{total de Parcelas}} \quad (8)$$

- Incidencia de Edificación (inc\_edif): corresponde a la valuación total de terreno sobre el total de metros cuadrados edificados, en un radio de 500 m. El valor viene dado por la ecuación (9)

$$inc\_edif = \sum \frac{\text{valuacion\_terreno}}{m^2 \text{edificados}} \quad (9)$$

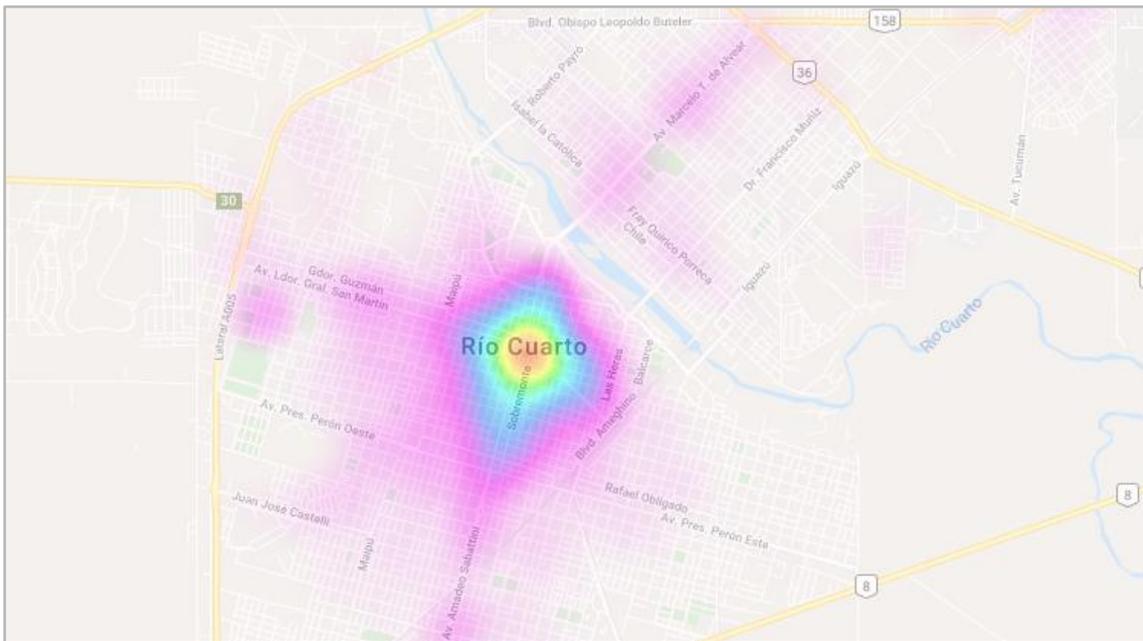
Figura 11: Variable incidencia edificado, localidad de Villa Dolores



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

- Actividades Económicas (heat\_ae): Mapa de calor elaborado a partir de la georreferenciación de las actividades económicas principales (basada en las bases de Ingresos Brutos de Rentas)

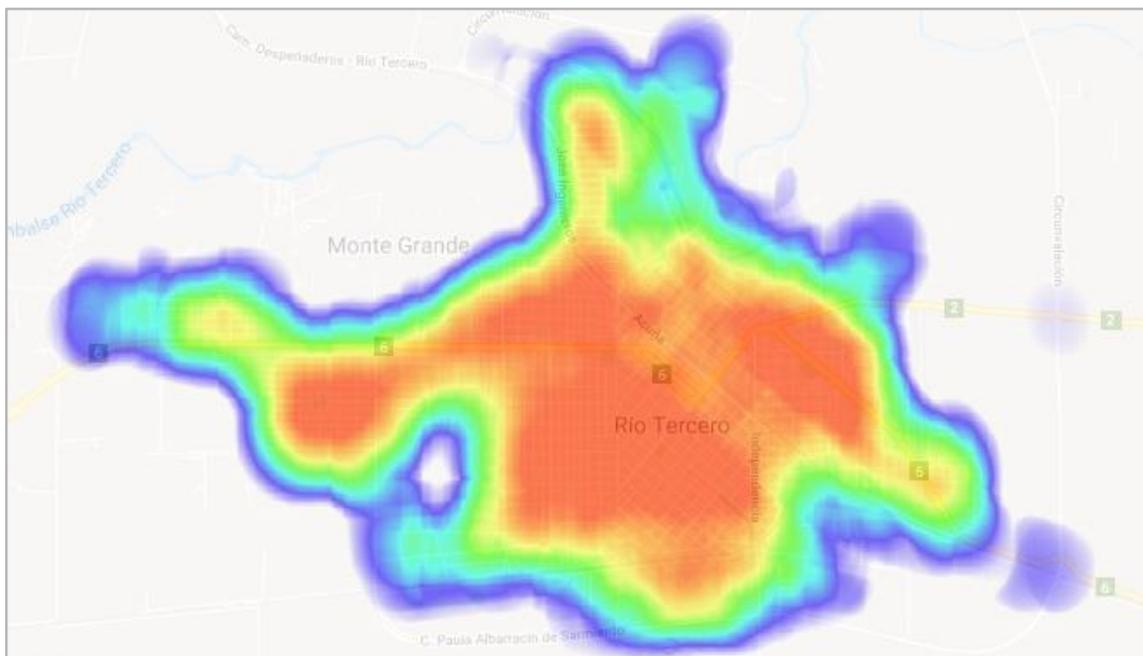
Figura 12: Variable Actividades Económicas, localidad de Río Cuarto



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

- Densidad de calles (dens\_osm): promedio de densidad de calles ponderadas de OSM, en los que se ha dado más peso a las vías de uso residencial.

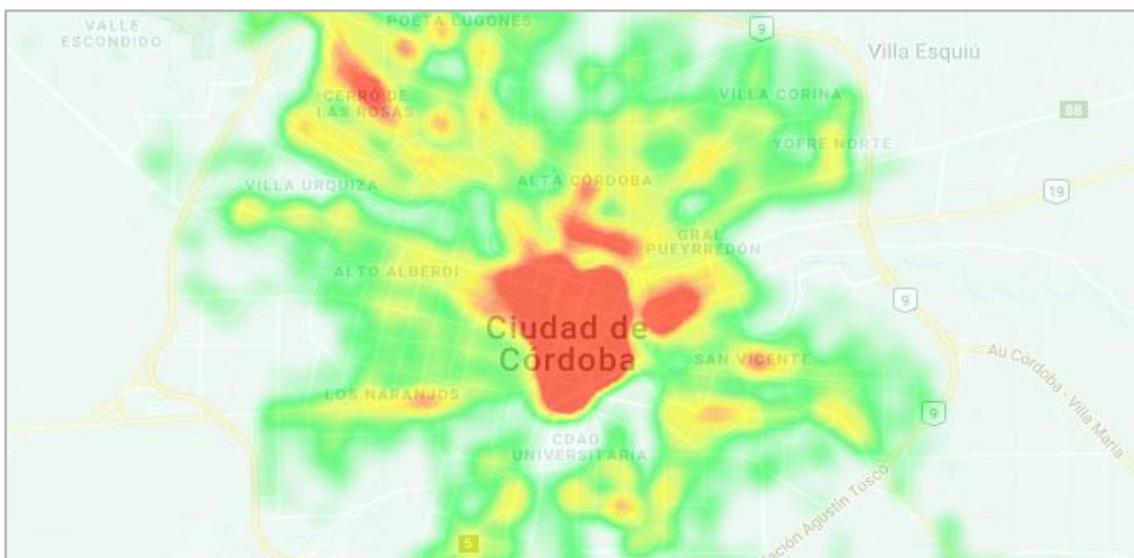
Figura 13: Variable Densidad de calles - OSM, localidad de Río Tercero



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

- Producto Actividades Económica y Red Vial (osm\_ae): Corresponde al producto de las dos variables explicadas en los puntos anteriores.

Figura 14: Producto entre Actividades económicas y Densidad de Red Vial, localidad de Córdoba Capital



Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2021

## 6.4. Variables derivadas de imágenes satelitales

Las imágenes satelitales libres permiten obtener índices y productos derivados del procesamiento y clasificación de imágenes mediante técnicas no supervisadas y a través de técnicas supervisadas, tales como Support Vector Machine (SVM) y Random Forest, para su clasificación final.

Sobre la plataforma Google Earth Engine (GEE) se procesaron imágenes Sentinel-2 de fechas entre 02/01/2021 y 31/05/2021, generando mosaicos de 10 metros de resolución. Se obtuvieron productos mensuales mediante la técnica de Quality Mosaic, seleccionando los píxeles con un mayor valor de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

### *Índices obtenidos de imágenes satelitales*

Este tipo de índices se consiguen mediante técnicas algebraicas utilizando las bandas del sensor remoto. En todos los casos, una vez elaborados los índices, se realizaron cálculos de entorno con un radio de 500 metros, de modo que cada posición indica un promedio de su entorno. Los índices utilizados son Biophysical Composition Index (bci), Ratio Normalized Difference Soil Index (rndsi), Urban Index (ui), Normal Difference Building Index (ndbi) y Normal Difference Vegetation Index (ndvi)

### *Productos derivados de imágenes satelitales*

A partir de los mosaicos elaborados ad-hoc, se procedió a realizar una clasificación estableciendo píxeles construidos (cemento, pavimento, etc.) y no construidos. Esto permitió realizar un cálculo de entorno mediante el promedio de píxeles construidos en un radio de 500 metros, variable que se denominó *ind\_con*. A partir de la clasificación de píxeles construidos y de la variable *ind\_con*, se elaboraron mapas de fragmentación urbana, basados en la metodología de Angel et Al. (2010). En particular, se obtuvieron los siguientes productos, que constituyen variables independientes: Niveles de consolidación (fragment), Urbano Edificado Compacto (porc\_uec), Urbano Edificado Disperso (porc\_ued), Rural Edificado (porc\_re), Borde Urbano (porc\_bu), Espacio Abierto Urbanizado (porc\_eau), Espacio Abierto Rural (porc\_ear) y cobertura de agua (agua), para la cual se calculó el porcentaje de píxeles clasificados como agua en un entorno de 500 metros para cada posición.

## 7. Modelos valuatorios y calidad de las estimaciones

A fin de estimar los valores de la tierra urbana para todas las parcelas de la provincia se entrenaron cuatro algoritmos diferentes, 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 muestra. Los algoritmos utilizados fueron Gradient Boosting Machine (gbm), Quantile Random Forest (qrf), Support Vector Regression (svr) y Stacking (stk, modelo lineal generalizado de qrf, svr y gbm). A su vez, y con el fin de incorporar la dependencia espacial en los residuos, para cada modelo mencionado se modelaron los errores en función de las coordenadas mediante el algoritmo Kernel K-Nearest Neighbor. Así, se consideraron en total 8 (ocho) modelos: gbm, gbm\_kknn, qrf, qrf\_kknn, svr, svr\_kknn, stk, stk\_kknn.

El proceso de validación cruzada implicó 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 con el grupo de datos extraído. El procedimiento continúa de manera iterativa hasta que cada uno de los 10 grupos es evaluado fuera de la muestra. Este procedimiento se repite para cada clúster, obteniendo para cada muestra el error de la estimación (variación porcentual entre el valor predicho y el valor observado), en cada uno de los 8 modelos.

Para medir el nivel de exactitud de cada modelo y elegir el más conveniente en cada localidad, se utilizó el error relativo promedio en valor absoluto (*mean absolute percentage error*, MAPE), una medida estándar en la bibliografía, cuyo cálculo se define en la Ecuación (10).

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{|\hat{y}_i - y_i|}{y_i} \right)}{n} \quad (10)$$

Donde,  $\hat{y}_i$  es el valor predicho por el modelo para la observación  $i$ , cuando se encuentra fuera de la muestra,  $y_i$  es el valor real de la observación  $i$  y  $n$ , la cantidad de datos en la muestra de la localidad.

Si bien cada localidad cuenta con un modelo que mejor se ajusta (elegido) y una medida de calidad (MAPE), en la Tabla 5 se resume el promedio ponderado del MAPE por clúster, siendo el promedio para toda la provincia 11,5%. Las localidades del clúster de ciudades grandes contaron con el MAPE promedio más bajo del conjunto (8,4%), mientras que las localidades serranas turísticas se asocian con el MAPE promedio más alto (16,1%).

Tabla 5: MAPE (promedio ponderado) por clúster

Clúster	MAPE
Gran Córdoba (Sur-Noreste)	10,9%
Gran Córdoba (Oeste-Noroeste)	10,9%
Centralidades Económicas Pampeanas	9,1%
Ciudades Grandes	8,4%
Localidades Serranas Turísticas	16,1%
Ciudad de Córdoba	11,5%
Localidades Pampeanas Medianas	9,3%
Localidades Serranas	11,4%
Centralidades Económicas Noroeste	12,2%
Localidades Arco Noroeste	12,2%
Localidades Pampeanas Pequeñas	13,3%
<b>Total</b>	<b>11,5%</b>

Fuente: Estudio Territorial inmobiliario, 2021

Desde la Tabla 6 puede accederse a informes interactivos de cada clúster<sup>7</sup>, donde se detallan las localidades que lo conforman, la muestra utilizada y su distribución espacial, estadísticas descriptivas, mapas dinámicos, variables más importantes en cada modelo y detalles de los resultados a nivel de localidad.

Tabla 6: Enlace a los informes detallados por clúster

Clúster	Link a los informes
Gran Córdoba (Sur-Noreste)	<a href="#">link</a>
Gran Córdoba (Oeste-Noroeste)	<a href="#">link</a>
Centralidades Económicas Pampeanas	<a href="#">link</a>
Ciudades Grandes	<a href="#">link</a>
Localidades Serranas Turísticas	<a href="#">link</a>
Ciudad de Córdoba	<a href="#">link</a>
Localidades Pampeanas Medianas	<a href="#">link</a>
Localidades Serranas	<a href="#">link</a>
Centralidades Económicas Noroeste	<a href="#">link</a>
Localidades Arco Noroeste	<a href="#">link</a>
Localidades Pampeanas Pequeñas	<a href="#">link</a>

Fuente: Estudio Territorial inmobiliario, 2021

<sup>7</sup> Desde los links deben descargarse los respectivos informes (formato HTML) y abrirse desde cualquier explorador.

## 8. Resultados obtenidos y valores del suelo urbano 2021

Como resultado de la aplicación de los modelos valuatorios por localidad, se estimaron los valores del suelo urbano para todas las parcelas de la provincia, en \$/m<sup>2</sup> para el lote típico del clúster, al mes de mayo de 2021. El promedio ponderado de la mediana del VUT predicho para toda la provincia es de \$6.381, un 51% superior al VUT de 2020 y un 181% mayor al VUT de 2019. La Tabla 7 resume las estadísticas descriptivas de la predicción a nivel de clúster.

Tabla 7: Estadísticas descriptivas de la predicción de valor de la tierra urbana 2021, por clúster, Provincia de Córdoba

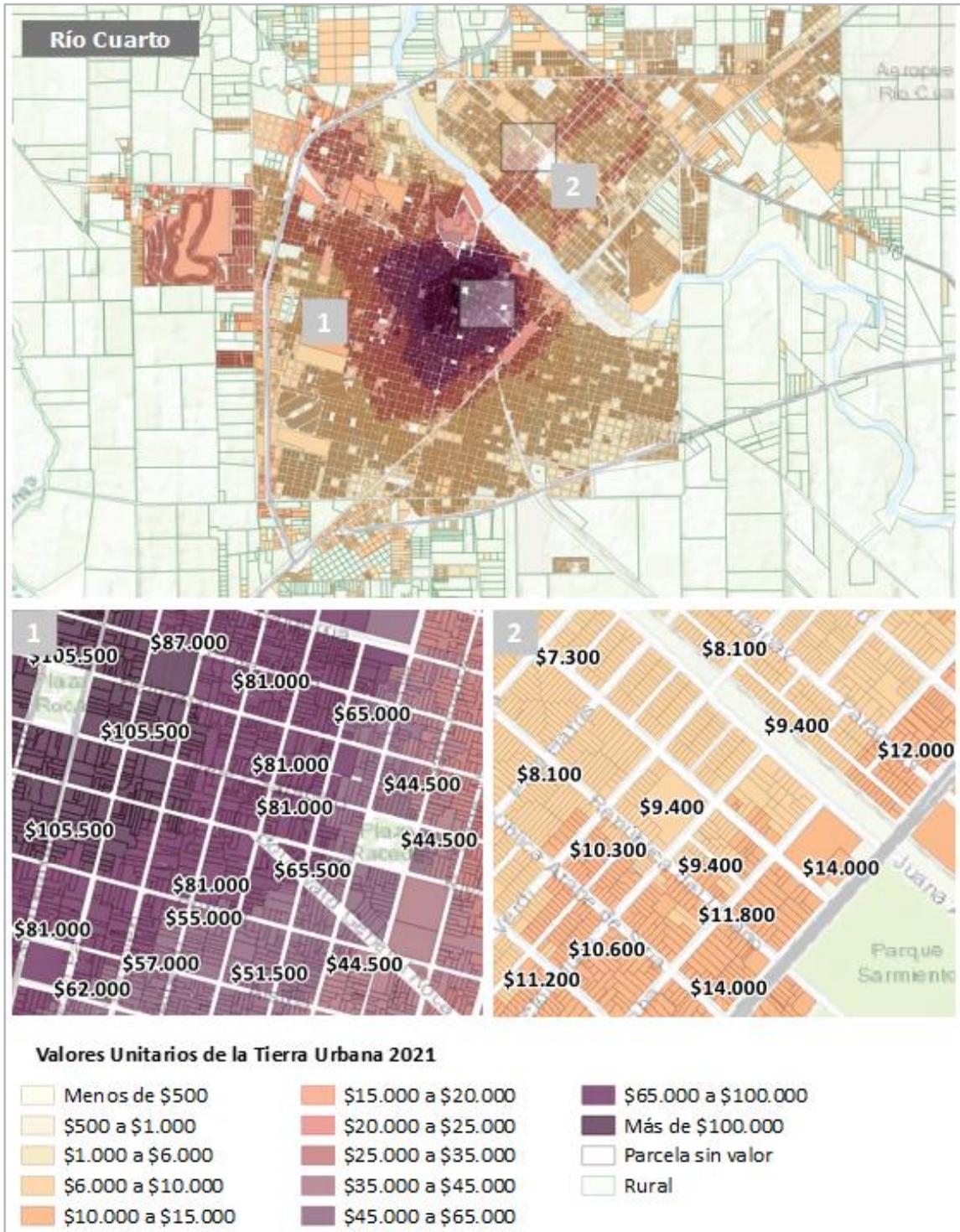
Clúster	Parcelas (*)	VUT Mediano 2021 (\$)	VUT Mediano 2020 (\$)	VUT Mediano 2019 (\$)	VUT 2021 vs VUT 2020	VUT 2021 vs VUT 2019
Gran Córdoba (S-NE)	35.347	1.300	850	750	53%	73%
Gran Córdoba (O-NO)	106.780	2.800	2.100	1.350	33%	107%
Centralidades Económ. Pampeanas	111.727	7.100	4.700	2.150	51%	230%
Ciudades Grandes	150.165	9.400	6.000	3.500	57%	169%
Local. Serranas Turísticas	217.775	2.250	1.500	1.000	50%	125%
Ciudad de Córdoba	356.220	16.750	11.000	5.500	52%	205%
Local. Pampeanas Medianas	230.606	4.400	3.000	1.650	47%	167%
Local. Serranas	220.777	1.200	800	600	50%	100%
Centralidades Económ. Noroeste	40.427	2.300	1.500	1.000	53%	130%
Local. Arco Noroeste	27.548	900	600	350	50%	157%
Local. Pampeanas Pequeñas	185.284	1.800	1.200	750	50%	140%
<b>Total</b>	<b>1.682.656</b>	<b>6.381</b>	<b>4.216</b>	<b>2.268</b>	<b>51%</b>	<b>181%</b>

(\*) Estadística parcelaria al 15/10/2021. Fuente: Estudio Territorial inmobiliario, 2021

Los valores obtenidos de la modelización son sometidos a una revisión cualitativa de carácter general y de consistencia espacial, con el objetivo de validar resultados con las características territoriales locales y los valores del observatorio inmobiliario. Esta tarea fue llevada adelante por el equipo de profesionales del proyecto y permitió detectar detalles de cálculo entre lotes vecinos o de borde de ciudades, entre otros casos, que requirieron en determinadas situaciones, el ajuste particular de los valores estimados. Estos ajustes significaron la revisión del 5,10% del total de parcelas de la provincia. Sobre este total de parcelas con revisiones, los clústeres donde se observaron mayores ajustes fueron localidades Pampeanas Medianas y Ciudad de Córdoba con el 28,9% y 15,12%, respectivamente; mientras que Gran Córdoba (Sur-Noreste) y Localidades Arco Noroeste son los que menor porcentaje de cambio presentaron respecto al total, con 1,5% y 2,18%, respectivamente.

El mapa interactivo de valores unitarios de la tierra urbana a nivel de parcela se encuentra disponible para su consulta pública en MapasCordoba (<https://www.mapascordoba.gob.ar/>), el geoportal de IDECOR. Así mismo, también es posible consumirlo como geoservicio OGC o descargarlo en formatos estándares y abiertos.

Figura 15: Mapa de valores del suelo urbano 2021 a nivel parcelario (\$/m<sup>2</sup>), de la ciudad de Río Cuarto



Fuente: Estudio Territorial inmobiliario, 2021

Los indicadores IAAO medidos con los nuevos valores 2021 pueden observarse en la Tabla 8. La mediana del ratio<sup>8</sup> se encuentra muy cercana a 1 (uno) en todos los casos, lo que indica que los nuevos valores del suelo cumplen con el propósito de aproximar los valores catastrales a los valores de mercado. Así mismo, se pueden observar los indicadores que informan los niveles de uniformidad horizontal (CV y CD) y vertical (PRD) para cada clúster urbano.

Tabla 8: Estadísticas IAAO de los valores predichos, por clúster

Clúster	Mediana Ratio	Media Ratio	Media Ponderada del Ratio	CV	CD	PRD
Gran Córdoba (S-NE)	1,00	1,01	0,99	0,11	0,11	1,02
Gran Córdoba (O-NO)	1,00	1,01	0,99	0,11	0,11	1,02
Centralidades Económ. Pampeanas	1,00	1,01	1,00	0,09	0,09	1,01
Ciudades Grandes	1,00	1,01	1,00	0,08	0,08	1,01
Local. Serranas Turísticas	1,00	1,03	0,99	0,16	0,16	1,04
Ciudad de Córdoba	1,00	1,02	0,99	0,11	0,11	1,03
Local. Pampeanas Medianas	1,00	1,01	0,99	0,09	0,09	1,01
Local. Serranas	1,00	1,01	0,99	0,12	0,11	1,02
Centralidades Económ. Noroeste	1,00	1,02	1,00	0,12	0,12	1,02
Local. Arco Noroeste	1,00	1,02	1,00	0,12	0,12	1,02
Local. Pampeanas Pequeñas	1,00	1,03	0,99	0,13	0,13	1,03
<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>1,02</b>	<b>0,99</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>1,02</b>

Fuente: Estudio Territorial inmobiliario, 2021

Para el cálculo masivo del valor de los terrenos en la base catastral, debe multiplicarse el VUT homogéneo para el lote típico del clúster (resultados descritos en el presente capítulo y disponibles en los mapas de valores), por el nuevo coeficiente de homogeneización de terrenos (según se detalle en capítulo 5) y la superficie de cada parcela.

<sup>8</sup> El ratio se obtiene por la división entre el valor catastral vigente y, en este caso, los valores estimados para 2021. Para más información sobre los indicadores calculados en base a este ratio, consultar Anexo III.

## Bibliografía

- Angel, S., Parent, J., Civco, D. (2010). The Fragmentation of Urban Footprints: Global Evidence of Sprawl, 1990-2000. Lincoln Institute of Land Policy Working Paper.
- Bezdek, J. C., Ehrlich, R., & Full, W. (1984). FCM: The fuzzy c-means clustering algorithm. *Computers & Geosciences*, 10(2-3), 191-203.
- Bullano, M. E., Carranza, J. P., Piumetto M. A., Cerino R. M., Monzani F., & Córdoba M. A. (18-20 de noviembre de 2020). *El impacto de las variaciones del tipo de cambio sobre el valor de la tierra urbana. ¿El mercado inmobiliario está totalmente dolarizado?*. Asociación Argentina de Economía Política. Reunión Anual 2020.
- Carranza, J. P., Piumetto, M. A., Salomón, M. J., Monzani, F., Montenegro, M. G., & Córdoba, M. A. (2019). Valuación masiva de la tierra urbana mediante inteligencia artificial. El caso de la ciudad de San Francisco, Córdoba, Argentina. *Vivienda y Ciudad*, (6), 90-112.
- Carranza, J. P., Piumetto (2021) "A spatially based quantile regression forest model for mapping rural land values". Córdoba. Publicado en *Journal of Environmental Management*, abril 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721005715?dgcid=author>
- Carranza, J. P., Salomón, M. J., Piumetto, M. A., Monzani, F., MONTENEGRO CALVIMONTE, M. G., & Córdoba, M. A. (2018). Random forest como técnica de valuación masiva del valor del suelo urbano: una aplicación para la ciudad de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- Cerino R. M., Carranza, J. P., Piumetto M. A., Bullano, M. E., Monzani F., & Córdoba M. A. (9-12 de noviembre de 2020). *Homogeneización de valores de la tierra mediante técnicas de econometría espacial en valuaciones masivas automatizadas*. Congreso de Catastro Multifuncional y Gestión Territorial. Florianópolis, Brasil.
- Fitte, R. y Cervini, A. (1939). Antecedentes para el estudio de normas para tasaciones urbanas en Capital Federal. Buenos Aires, *Talleres del Banco Hipotecario Nacional*.
- Golgher, A. B. and Voss, P. R. (2016). How to interpret the coefficients of spatial models: Spillovers, direct and indirect effects. *Spatial Demography*, 4(3):175–205.
- Herrera, M. (2015). Econometría espacial usando stata. Breve guía aplicada para datos de corte transversal. *Documentos de Trabajo del IELDE*, 13.
- IAAO - International Association of Assessing Officers Technical Standards Committee. (2014). Guidance on international mass appraisal and related tax policy. *Journal of Property Tax Assessment & Administration*, 11(1), 5-33.
- Li, Y., & Wu, H. (2012). A clustering method based on k-means algorithm. *Physics Procedia*, 25, 1104–1109.
- Marshall, A. (1890). Principles of economics Macmillan. *London (8th ed. Published in 1920)*.
- Monzani, F., Montenegro, M. G., Piumetto, M. A., Carranza, J. P., Salomón, M. J., & Córdoba, M. A. Técnicas geostatísticas aplicadas a la valuación masiva: el caso de la Ciudad de Río IV - Provincia de Córdoba.
- Monzani, F.; Carranza, J.P.; Piumetto, M.; Polo, R.; Salomon, M.; Córdoba, M.; Monayar, V. (2020) Análisis estadístico del impacto de la superficie, el frente y el fondo sobre el valor unitario de la tierra urbana".

*Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Vol. 7 n°1. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFYN/article/view/24388>

IDECOR (2020). Estudio del Mercado de Suelo Urbano de la Provincia de Córdoba 2020. Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR). Disponible en: [https://idecor.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2021/02/informe\\_Urbano\\_2020\\_.pdf](https://idecor.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2021/02/informe_Urbano_2020_.pdf)

Piumetto M., Nasjleti T., Sosa Quilaleo S., Toccaceli E., Galarza F. M. (2021). Observatorio del Mercado Inmobiliario de la Provincia de Córdoba, una herramienta para la gestión de suelo. Congreso Nacional de Políticas e Instrumentos para la gestión local del suelo (virtual).

Piumetto M., Nasjleti T., Llarrull N., Fabatia J. C., Zavala S. y Menendez A. (2021). ¿Cómo ejecutar un relevamiento del mercado inmobiliario? Lecciones aprendidas del Observatorio del Mercado Inmobiliario de Córdoba 2017- 2021. Congreso Nacional de Políticas e Instrumentos para la gestión local del suelo (virtual). Piumetto, M. A., García, G. M., Monayar, V., Carranza, J. P., Morales, H., Nasjleti, T., & Menéndez, A. (2019). Técnicas algorítmicas y Machine Learning para la Valuación Masiva de la Tierra de la provincia de Córdoba. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 6(2), 49-52.

Piumetto M. A., Morales H, Rojas M, Carranza, J. P. (2-3 de octubre de 2019). La estructura urbana de las ciudades de Córdoba desde la perspectiva de la fragmentación espacial Construcción metodológica y aplicación en políticas territoriales. 4to Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos. Transformaciones metropolitanas en América Latina. Los Polvorines, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

Piumetto M. A., Morales H, Rojas M, Fuentes M. L., Garmendia García C, Polo R. (23-24 de mayo de 2020). *La IDE como facilitadora en los procesos de valuaciones masivas automatizadas*. XIV Jornadas de Infraestructuras de Datos Espaciales de la República Argentina. Paraná, Argentina.

## ANEXO I: Metodología para la actualización de valores históricos del Observatorio del Mercado Inmobiliario

La actualización de los valores históricos de OMI retoma la metodología estudiada en 2020, la cual, busca estimar el impacto de las variaciones en el tipo de cambio sobre el valor por m<sup>2</sup> de la tierra urbana, para luego expresar toda la muestra de mercado a un mismo momento del tiempo (es decir, a un mismo tipo de cambio). Aquí se introduce el concepto de “elasticidad”, que, en otras palabras, se asemeja al nivel de respuesta del valor por metro cuadrado de la tierra cuando varía el tipo de cambio, es decir, al grado de dolarización que posee el mercado inmobiliario en estudio.

Se parte del supuesto de que zonas con un funcionamiento más dinámico en el mercado de suelo, con mayor cantidad de operaciones y un mayor atractivo para el desarrollo de un ámbito de negocios, se caracterizan por una mayor reacción frente a variaciones en el tipo de cambio que zonas con mercado inmobiliario más deprimido y menor cantidad de operaciones de compra-venta. Es decir, se puede esperar que las zonas más atractivas de una ciudad, desde el punto de vista del desarrollo inmobiliario, estén “más dolarizadas” que las zonas deprimidas con valores de la tierra más bajos en términos relativos. En este sentido, plantear que la elasticidad frente al tipo de cambio no es constante en todo el territorio, resulta poco adecuado.

Ante ello, se dividió la estructura urbana en diferentes cuantiles en función del valor unitario de la tierra por metro cuadrado vigente y, para cada uno de ellos, se estimó la elasticidad del valor por metro cuadrado ante variaciones en el tipo de cambio del dólar. Se busca así, actualizar los valores de mercado relevados en años anteriores, de la manera más acertada posible.

Se plantea la Ecuación (11) para obtener las distintas elasticidades frente al tipo de cambio:

$$\begin{aligned} \ln \ln (\text{valor}_m^2) = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln \ln (tc) + \alpha_{0Q_i} \ln \ln (tc) : Q_i + \alpha_3 \\ \ln \ln (sup) + & \alpha_4 \ln \ln (frente) + \alpha_5 tv + \alpha_6 d_{alta} + \alpha_7 d_{baja} + \\ & \alpha_8 d_{viasprinc} + \alpha_9 perc_{edif} + \alpha_{10} prom_{lote} + \alpha_{11} ndbi + \varepsilon \end{aligned} \quad (11)$$

$\ln(\text{valor}_m^2)$ : logaritmo natural del valor por m<sup>2</sup> de la tierra observado.

$\ln(tc)$ : logaritmo natural del tipo de cambio vigente al momento del relevamiento.

$Q_i$  = es una variable categórica que asume 1 si la observación pertenece al cuantil  $i$ . Para todo  $i$  que pertenece a  $[1, n]$  siendo  $n$  el máximo de cuantiles definidos.

$\ln(tc) : Q$  = con este término se capta la relación diferencial entre el tipo de cambio y cada cuantil.

$\ln(sup)$ : logaritmo natural de la superficie de la parcela.

$\ln(frente)$ : logaritmo natural de la medida del frente de la parcela.

$tv$ : dummy que indica el tipo de valor; “0” indica un valor de venta, mientras que “1” un valor de oferta.

$d_{alta}$ : distancia a las zonas de alto valor.

$d_{baja}$ : distancia a las zonas de bajo valor.

$d_{viasprinc}$ : distancia a las vías principales.

$perc_{edif}$ : porcentaje de m<sup>2</sup> edificado en un entorno de 500 metros.

$prom_{lote}$ : tamaño promedio de lotes en un entorno de 500 metros.

*ndbi*: índice de construcción en base a la teledetección de ambientes construidos sobre una imagen satelital Sentinel 2 (puede consultarse mayor información en Anexo IV).

Si bien únicamente interesa el efecto del tipo de cambio sobre el valor por metro cuadrado, en los relevamientos hay aspectos que pueden diferir de una observación a la otra, lo que hace necesario controlar la estimación por estas variables. En una misma muestra coexisten parcelas con diferentes combinaciones de superficie y medida de frente; además, algunos valores pueden ser de venta, mientras que otros hacen referencia a una oferta. De igual modo, se consideran las denominadas variables de entorno que se complementan con las anteriores a la hora de explicar el valor del suelo.

Para inferir los valores de los parámetros, el primer paso consiste en estimar la ecuación lineal por medio de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Posteriormente, se procede a aplicar un test de Moran para advertir la existencia de autocorrelación espacial en los residuos del modelo. En caso de existir, se procede a realizar los test de multiplicadores de Lagrange robustos, para determinar si se deben realizar correcciones incorporando rezagos espaciales en la variable dependiente, en el término de error o en ambas de manera simultánea. En función de los resultados obtenidos en estos test, se procede a realizar un modelo con autocorrelación en la variable dependiente (SEM), en el error (SAR) o en ambos (SAC).

Las elasticidades de cada cuantil se construirán mediante la suma del efecto transversal y del efecto específico, como se puede apreciar en la Ecuación (12).

$$\begin{aligned}
 elasticidad_{Q_1} &= \widehat{\alpha}_1 \\
 elasticidad_{Q_2} &= \widehat{\alpha}_1 + \widehat{\alpha}_{2Q_2} \\
 elasticidad_{Q_3} &= \widehat{\alpha}_1 + \widehat{\alpha}_{2Q_3} \\
 &\dots \\
 elasticidad_{Q_n} &= \widehat{\alpha}_1 + \widehat{\alpha}_{2Q_n}
 \end{aligned} \tag{12}$$

Un punto relevante a destacar es que, al considerarse un modelo espacial con autocorrelación en la variable dependiente, el cálculo de las elasticidades no resulta de los coeficientes estimados únicamente, ya que debe considerarse el efecto espacial dado por el parámetro  $\rho$ ; esto es, al incorporar la dependencia espacial en la variable dependiente, se genera un efecto derrame global (global spillover). Siguiendo a Herrera (2015), la retroalimentación se produce dado que una variación en la  $k$ -ésima variable independiente, genera una variación inicial en  $y_i$  de  $\beta_{ik}$  unidades. Esta variación repercute en sus  $J$  vecinos, efecto capturado por el término  $\rho W y$ . Es decir, existirá un nuevo impacto igual a  $\sum_{i \neq j} w_{ij} \beta_{jk}$  unidades. Asumiendo que  $|\rho| < 1$ , eventualmente el efecto se detendrá. Por otro lado, en caso de incorporar únicamente dependencia espacial en el término del error la interpretación de los coeficientes no se ve afectada.

Se presentan a continuación los resultados estimados en 2020 de las elasticidades para cada cuantil y cada clúster en que se agruparon las localidades de la provincia. Dado que los tamaños de los clústeres son dispares, también la cantidad de cuantiles. En la siguiente tabla, las celdas en blanco son cuantiles no existentes dentro del clúster en particular.

Tabla 9: Elasticidades por cuantil en cada clúster de localidades de la Provincia de Córdoba

Clúster	Elasticidad según cuantil									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gran Córdoba (S-NO)	0,153	0,30	0,375	0,498						
Gran Córdoba (O-NO)	0,739	0,845	0,973	1,091	1,201	1,339				
Centralidades Económ. Pamp.	0,871	1,005	1,120	1,310						
Ciudades Grandes	0,676	0,776	0,874	1,051						
Local. Serranas Turísticas	0,663	0,739	0,837	0,955	1,156					
Ciudad de Córdoba	0,462	0,587	0,62	0,703	0,776	0,85	0,92	0,985	1,07	1,187
Local. Pamp. Medianas	0,664	0,775	0,864	0,981						
Localidades Serranas	0,658	0,692	0,768	0,893						
Centralidades Económ. NO	0,480	0,571	0,652	0,780						
Local. Arco Noroeste	0,480	0,571	0,652	0,780						
Local. Pamp. Pequeñas	0,516	0,613	0,699	0,801						

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2020

Una vez obtenidas las elasticidades para cada grupo o clúster, se procede a la actualización de todos los valores muestrales mediante la Ecuación 13:

$$valor\_act\_m2_i = \left(1 + \left(\frac{tc\_act}{tc\_obs_i} - 1\right) elasticidad_i\right) valor\_obs\_m2_i \quad (13)$$

Dónde:

$valor\_act\_m2_i$ : valor por metro cuadrado de la observación  $i$  actualizado a la fecha deseada. En este caso, se fijó como fecha el mes de mayo de 2020.

$tc\_act$ : tipo de cambio correspondiente a la fecha a la cual se quiere actualizar la base de datos. En este caso, se fijó como fecha el mes de mayo de 2020.

$tc\_obs_i$ : tipo de cambio observado de la fecha de relevamiento del dato  $i$ .

$elasticidad_i$ : elasticidad estimada para el cuantil al cual pertenece la observación  $i$ .

$valor\_obs\_m2_i$ : valor por metro cuadrado en pesos (de la fecha de relevamiento) observado para el dato  $i$ .

## ANEXO II: Parámetros usados en la homogeneización de terrenos

Durante los estudios 2020 se desarrolló una metodología que permite determinar un coeficiente de homogeneización de terrenos que resume los impactos de las características particulares de cada parcela de la muestra para poder re expresar el valor por metro cuadrado en una medida homogénea (correspondiente a una parcela típica en el clúster), contemplando, además, las particularidades locales del mercado inmobiliario, donde ya han sido descontados los efectos de la superficie, la forma, el ancho de frente, la ubicación en la cuadra, la situación jurídica y el tipo de valor sobre el valor por metro cuadrado.

De este modo, el valor por metro cuadrado de un terreno depende de las variables de superficie, medida de frente, forma, ubicación en la cuadra o manzana (medial, esquina, interno, salida a dos calles), la situación jurídica del inmueble (con o sin escritura, ya sea por posesión o un lote en preventa) y el tipo de valor relevado (valor de oferta o de venta/tasación), entre otras.

La Ecuación generada en 2020 (14) queda definida a continuación.

$$\ln \frac{\text{valor}}{\text{sup}} = \beta_0 + \beta_1 \times \ln \text{sup} + \beta_2 \times \ln \text{frente} + \beta_3 \times \text{forma} + \beta_{4,1} \times \text{esquina} + \beta_{4,2} \times \text{interno} + \beta_{4,3} \times \text{salida\_calles} + \beta_5 \times \text{tv} + \beta_6 \times \text{sj} + \sum_j \beta_j \times X_j \quad (14)$$

Dónde:

$\frac{\text{valor}}{\text{sup}}$  = es el valor por metro cuadrado del predio (valor total sobre superficie).

$\text{sup}$  = es la superficie por predio en metros cuadrados.

$\text{frente}$  = es el ancho de frente observado en metros.

$\text{forma}$  = es una variable categórica que asume el valor 0 si el predio se considera de forma regular y 1 si es irregular. Esta clasificación surge del entrenamiento de un algoritmo y su aplicación a la clasificación de la base parcelaria urbana de todo el territorio provincial.

$\text{esquina}$  = asume 1 si es esquina, 0 en cualquier otro caso.

$\text{interno}$  = asume 1 si es interno, 0 en cualquier otro caso.

$\text{salida\_calles}$  = asume 1 si tiene salida a dos o más calles, 0 en cualquier otro caso.

$\text{tv}$  = tipo de valor, es una variable categórica que asume el valor 0 si al tomar la muestra del predio, el valor era de venta (predio vendido o tasado) y 1 si el precio era de oferta (una parcela que se encuentra “en venta”).

$\text{sj}$  = situación jurídica, es una variable categórica que asume el valor 0 si al tomar la muestra el predio cuenta con escritura, y 1 si la situación jurídica era la contraria.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_{4,1}, \beta_{4,2}, \beta_{4,3}, \beta_5, \beta_6$  = son los parámetros a estimar: la ordenada al origen, logaritmo de la superficie, logaritmo de la medida de frente, forma, esquina, interno, salida a dos o más calles, tipo de valor y situación jurídica respectivamente.

$X_j$  = es una matriz de variables independiente que, se supone, influyen sobre el valor por metro cuadrado (para más detalle del tipo de variables que se incluyen revisar el Anexo IV).

$\beta_j$  = son los parámetros a estimar correspondientes a las variables  $X_j$ .

$\varepsilon$  = error aleatorio.

Al igual que en la función de actualización de los valores históricos del observatorio, el primer paso para inferir los valores de los parámetros es estimar la ecuación lineal por medio de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Posteriormente se procede a aplicar un test de Moran para advertir la existencia de autocorrelación espacial en los residuos del modelo. En caso de existir, se procede a realizar los test de multiplicadores de Lagrange robustos, para determinar si se deben realizar correcciones incorporando rezagos espaciales en la variable dependiente, en el término de error o en ambas de manera simultánea. En función de los resultados obtenidos en estos test, se procede a realizar un modelo con autocorrelación en la variable dependiente (SEM), en el error (SAR) o en ambos (SAC).

Para reconocer los parámetros estimados se agrega un acento sobre los parámetros  $\hat{\beta}_i$ . En caso de estimarse un modelo con dependencia espacial en la variable dependiente, es necesario sumarle los efectos directos e indirectos para tener en cuenta el spillover. Considerando esta situación, los  $\hat{\beta}_i$  deben ser considerados como el  $\beta_i$  resultante de la regresión espacial más el efecto derrame (spillover).

Denominando al valor por metro cuadrado ( $vm^2$ ), despejando el logaritmo natural y aplicando propiedades del logaritmo, se obtiene la Ecuación (15):

$$vm^2 = \exp\{\widehat{\beta}_0 + \ln \widehat{\beta}_1 + \ln \widehat{\beta}_2 + \widehat{\beta}_3 \times forma + \widehat{\beta}_{4,1} \times esquina + \dots$$

$$\dots + \widehat{\beta}_{4,2} \times interno + \widehat{\beta}_{4,3} \times salida_{calles} + \widehat{\beta}_5 \times tv + \widehat{\beta}_6 \times sj + \sum_j \widehat{\beta}_j X_j + \varepsilon \quad (15)$$

Suponiendo que un lote típico se caracteriza por tener una superficie y medida del frente igual a la mediana respectiva de cada variable en el clúster en particular, forma regular, ubicación medial, tipo de valor igual a venta y con escritura; el valor por metro cuadrado asociado a un lote típico (LT) vendrá dado por la Ecuación (16). Donde se reemplaza la superficie y la medida del frente, por el valor de las medianas, y a las variables forma, esquina, interno, salida\_calles, tipo de valor y situación jurídica por 0 (indicativo de una situación de parcela o lote "típico"), llevando así, a la eliminación de esos términos. El resto de las variables permanecen sin cambios.

$$vm_{LT}^2 = \exp\{\widehat{\beta}_0 + \ln mediana_{sup} \widehat{\beta}_1 + \ln mediana_{frente} \widehat{\beta}_2 + \widehat{\beta}_3 \times 0 + \widehat{\beta}_{4,1} \times 0 +$$

$$\dots + \widehat{\beta}_{4,2} \times 0 + \widehat{\beta}_{4,3} \times 0 + \widehat{\beta}_5 \times 0 + \widehat{\beta}_6 \times 0 + \sum_j \widehat{\beta}_j \times X_j + \varepsilon \quad (16)$$

Dado el objetivo, consistente en obtener un coeficiente que permita homogeneizar el valor por metro cuadrado de la tierra urbana, es decir corregir el  $vm^2$  de las muestras de mercado para que todos los valores sean comparables en términos de superficie, frente, forma, ubicación en la cuadra o manzana, tipo de valor y situación jurídica, se define el ratio entre el valor por metro cuadrado y el valor por metro cuadrado de un lote típico, como se expresa en la Ecuación (17).

$$coef = \frac{vm^2}{vm_{LT}^2} \quad (17)$$

Donde  $vm_{LT}^2$  se corresponde al valor por metro cuadrado de una parcela, lote o predio de las características definidas para ser considerado como "típico" para el área de estudio. Así, se procede a

dividir la ecuación correspondiente a un predio cualquiera por la ecuación del lote típico. Operando convenientemente se obtiene la Ecuación (18).

$$coef = \left( \frac{sup}{mediana\_sup} \right)^{\widehat{\beta}_1} \times \left( \frac{frente}{mediana\_frente} \right)^{\widehat{\beta}_1} \times \dots \quad (18)$$

$$\dots \times e^{\widehat{\beta}_3 \times forma + \widehat{\beta}_{4,1} \times esquina + \widehat{\beta}_{4,2} \times interno + \widehat{\beta}_{4,3} \times salida\_calles + \widehat{\beta}_5 \times tv + \widehat{\beta}_6 \times sj}$$

De esta forma, para las parcelas similares al lote típico, el coeficiente asumirá un valor cercano a 1. Para obtener un valor homogeneizado o valor unitario de la tierra ( $vut_i$ ), el valor por metro cuadrado actualizado de cada parcela "i" ( $vm_i^2$ ) debe dividirse por el coeficiente calculado con anterioridad ( $coef_i$ ), conforme se ha presentado en la Ecuación (19).

$$vut_i = \frac{vm_i^2}{coef_i} \quad (19)$$

En Tabla 10 pueden apreciarse los parámetros estimados de las distintas variables que conforman la función de homogeneización, en cada clúster.

Tabla 10: Parámetros estimados de la función de homogeneización para cada clúster

Clúster	Sup	Frente	Forma	Esq	Int	Sal_Calles	TV	SJ	Sup Mediana (m <sup>2</sup> )	Fte Mediano (m)
Gran Córdoba (S-NO)	-0,24	0,00	-0,20	0,10	-0,25	0,00	0,24	0,00	496	15
Gran Córdoba (O-NE)	-0,33	0,00	-0,20	0,10	-0,25	0,00	0,32	-0,24	499	15
Centralidades Económ. Pamp.	-0,31	0,20	-0,20	-0,10	-0,25	0,00	0,34	0,00	360	12
Ciudades Grandes	-0,21	0,00	-0,20	0,08	-0,25	0,00	0,18	-0,12	291	10
Local. Serranas Turísticas	-0,33	0,10	-0,20	0,00	-0,25	-0,10	0,26	-0,18	648	20
Ciudad de Córdoba	-0,22	0,10	-0,20	0,10	-0,25	0,00	0,09	0,00	285	11
Local. Pamp. Medianas	-0,26	0,07	-0,20	0,00	-0,25	0,00	0,14	0,00	334	12
Localidades Serranas	-0,40	0,08	-0,06	0,00	-0,25	0,00	0,33	-0,19	600	18
Centralidades Económ. NO	-0,38	0,00	-0,20	0,10	-0,25	0,00	0,35	-0,29	435	15
Local. Arco Noroeste	-0,38	0,00	-0,20	0,10	-0,25	0,00	0,35	-0,29	435	15
Local. Pamp. Pequeñas	-0,30	0,00	-0,20	0,07	-0,25	-0,25	0,11	0,00	440	15

Fuente: Estudio Territorial Inmobiliario, 2020

A modo de ejemplo, los resultados presentados para el clúster “Ciudades Grandes”, indican que un aumento del 100% en la superficie en relación a la superficie mediana del clúster se refleja en una reducción del valor por metro cuadrado de la tierra del 21% (o lo que es lo mismo, un aumento del 10% en la superficie, se refleja en una reducción del valor por metro cuadrado de la tierra del 2,1%); la medida del frente no tiene un impacto estadísticamente significativo. Por su parte, una parcela de forma irregular tendrá un valor 20% inferior a una parcela de forma regular; una esquina tendrá un valor 8% más elevado que una parcela medial y una parcela interna un valor 25% menor. En el mismo sentido, un lote en venta (oferta) tendrá un valor 18% más alto que el valor de venta y un lote sin escritura se asocia a un valor 12% más bajo que un lote formal en términos jurídicos.

## ANEXO III: Indicadores de desempeño de valuaciones de la IAAO (International Association of Assessing Officers)

Los indicadores recomendados por la IAAO (International Association of Assessing Officers) permiten evaluar el estado de situación de las valuaciones catastrales vigente y determinar la necesidad o no, de su actualización (IAAO, 2014). De la misma forma, los indicadores pueden ser utilizados para validar los resultados de una actualización masiva llevada adelante.

Para evaluar el nivel de las valuaciones vigentes conforme el mercado, se calcula para cada muestra del Observatorio el ratio (división) entre ambos valores (valor catastral y valor de mercado). Sobre los mismos, luego pueden calcularse otras medidas, como la media, la mediana y la media ponderada del conjunto de datos bajo análisis.

**Media del ratio:** es el promedio del ratio en cada ciudad, clúster o jurisdicción; su forma de cálculo se presenta en la ecuación que sigue. Es una medida sensible a los valores extremos.

$$media\_ratio = \frac{\sum \left( \frac{valor_{catastral}}{valor_{mercado}} \right)}{n}$$

**Mediana del ratio:** es el valor del ratio que parte la distribución en dos, es decir, deja la misma cantidad de valores a un lado que a otro de dicho valor central; su forma de cálculo se presenta en la ecuación que sigue. Es una medida robusta frente a valores extremos, por lo que el IAAO recomienda el uso de la mediana del ratio antes que la media. Para valores mayores a 1,1 y menores a 0,9 se torna necesario actualizar los valores vigentes.

$$mediana\_ratio = mediana \left( \frac{valor_{catastral}}{valor_{mercado}} \right)$$

**Media Ponderada:** es otro estadístico que se calcula a partir del ratio. Se obtiene efectuando la sumatoria del valor catastral en todo el clúster o jurisdicción, y dividiendo luego por la sumatoria del valor de mercado en el mismo espacio geográfico; su forma de cálculo se presenta a continuación.

$$media\_ponderada = \frac{\sum valor_{catastral}}{\sum valor_{mercado}}$$

Los niveles de uniformidad horizontal pueden conocerse analizando el CV (Coeficiente de Variación) y el CD (Coeficiente de Dispersión) del conjunto de datos del cluster, ciudad o jurisdicción en estudio. Ambos indicadores exhiben la dispersión, uno en relación a la media y el otro a la mediana, con se indica a continuación.

**Coeficiente de Variación:** mide el porcentaje promedio de desviación del ratio respecto a su media, como se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$CV = \frac{\sum \left| \frac{\sum valor_{catastral}}{\sum valor_{mercado}} - media\_ratio \right|}{n \cdot media\_ratio}$$

**Coefficiente de Dispersión:** mide el porcentaje promedio de desviación del ratio respecto a su mediana. Es el más utilizado para verificar la uniformidad de las valuaciones. La fórmula de cálculo se indica a continuación:

$$CD = \frac{\sum \left| \frac{\sum \text{valor}_{catastral}}{\sum \text{valor}_{mercado}} - \text{mediana\_ratio} \right|}{n \cdot \text{mediana\_ratio}}$$

Para evaluar la uniformidad vertical puede utilizarse el **PRD (Price Related Differential)**. Si el  $PRD > 1$  se considera una estructura de precios regresiva, mientras que si el  $PRD < 1$ , la estructura de valores vigente es progresiva. El PRD se calcula dividiendo la media del ratio respecto de la media ponderada, como se observa a continuación:

$$PRD = \frac{\text{media\_ratio}}{\text{media\_ponderada}}$$

## ANEXO IV: Variables independientes usadas en los modelos de valuación masiva del suelo urbano

localidad: Pertenencia a localidades con Radio Urbano aprobado

d\_ruta: Distancia a rutas. Son vías de conexión regional, provinciales o nacionales, que se ubican por fuera del área urbanizada.

d\_viasprin: Distancia a vías principales. Se trata de vías de escala urbana o intersectorial de elevada funcionalidad; por ejemplo, avenida principal o ruta de acceso, ya dentro de la trama urbana.

d\_viassec: Distancia a vías secundarias. Son tramos que corresponden a vías de escala barrial, estructurantes de sector y/o conexión interbarrial.

d\_rio: Distancia a principales ríos, arroyos y cuerpos de agua de cada localidad.

d\_alta: Distancia a zonas de alto valor. Corresponde a las zonas más dinámicas para el desarrollo inmobiliario en cada localidad.

d\_baja: Distancia a zonas de bajo valor. Corresponde a las zonas menos dinámicas para el desarrollo inmobiliario, en cada localidad.

d\_depre: Distancia a zonas de depreciación de valor. Son ejes o zonas en las que los valores de la tierra disminuyen por alguna característica específica (ejemplo: cementerios, plantas cloacales, basurales, etc.)

d\_lineadiv: Distancia a líneas divisorias de valor. Se trata de ejes donde los valores de la tierra aumentan (ejemplo: una avenida, un río u otro elemento lineal).

prom\_edif: Promedio de superficie edificada en un radio de 500 m

prom\_lote: Tamaño promedio de los lotes en un entorno de 500 m de radio

perc\_edif: Cantidad total de metros cuadrados edificados sobre la cantidad total de metros cuadrados en un entorno de 500 m de radio

perc\_bald: Cantidad total de baldíos en un entorno de 500 m de radio

perc\_baldm: Cantidad total de metros cuadrados de baldíos en un entorno de 500 m de radio

perc\_ph\_cuenta: Porcentaje de cuentas en Ph, en un radio de 500 m

perc\_val\_urb: Porcentaje de parcelas con valuación urbana en un radio de 500 m

inc\_edif: Valuación de terreno sobre m<sup>2</sup> edificados, en un radio de 500 m

porc\_uec: Porcentaje Urbano Edificado Compacto (UEC). Píxeles edificados rodeados del 50% o más de píxeles con su misma condición. Se calculó el porcentaje de estos píxeles dentro de un entorno de 500 metros para cada posición

porc\_ued: Porcentaje Urbano Edificado Disperso (UED). Píxeles edificados rodeados entre 10% y 50% de píxeles con su misma condición. Se calculó el porcentaje de estos píxeles dentro de un entorno de 500 metros para cada posición

porc\_re: Porcentaje Rural Edificado (RE). Píxeles construidos rodeados por menos de 10% de píxeles edificados. Se calculó el porcentaje de estos píxeles dentro de un entorno de 500 metros para cada posición

porc\_eau: Porcentaje Espacio Abierto Urbano (EAU). Grupo de píxeles de espacio abierto dentro del borde urbano (BU). Se calculó el porcentaje de estos píxeles dentro de un entorno de 500 metros para cada posición

porc\_bu: Porcentaje Borde Urbano (BU). Franja marginal a menos de 100 metros de píxeles UED. Se calculó el porcentaje de estos píxeles dentro de un entorno de 500 metros para cada posición

porc\_ear: Porcentaje Espacio Abierto Rural (EAR). Grupo de píxeles de espacio abierto fuera del borde urbano (BU). Se calculó el porcentaje de estos píxeles dentro de un entorno de 500 metros para cada posición.

porc\_agua: Porcentaje de agua. Se calculó el porcentaje de píxeles clasificados como agua en un entorno de 500 metros para cada posición.

ind\_con: Porcentaje de píxeles construidos en un radio de 500 m

bci: Índice de Composición Biofísica, dado por la presencia vegetación, suelo impermeable y suelo desnudo

rndsi: Índice de Radios Normalizados de Suelo Desnudo, enfoque empírico para resaltar las cubiertas del suelo de la vegetación y las superficies impermeables. Identifica composición y cobertura del suelo determinado a partir de humedad y brillo

ui: Índice Urbano, mide la densidad de edificación por pixel

ndbi: Índice de construcción de diferencia normalizada, estima zonas con superficies edificadas (consolidadas) o en desarrollo (sin consolidar) respecto a zonas con vegetación o desnudas

ndvi: Índice de vegetación de diferencia normalizada, estima cantidad, calidad, densidad y desarrollo de la vegetación.

dens\_osm: Promedio de densidad de calles ponderadas de Open Street Maps (OSM)

heat\_ae: Mapa de calor por ubicación de las principales actividades económicas (Base de Ingresos Brutos - Rentas)

osm\_iibb: Producto de valor entre dens\_osm y heat\_iibb

fragment: Índice que mide el grado de fragmentación urbana establecido en cuatro niveles. Describe la configuración espacial a partir del análisis de píxeles edificados (patrones). Permite establecer para cada posición si se encuentra en una zona consolidada (más de un 50% de píxeles construidos), en consolidación (entre un 10% y un 50% de píxeles construidos), disperso (menos del 10% de píxeles construidos) y rural (no hay píxeles construidos en el entorno)

vut\_2018: Valor Unitario de la Tierra urbana estimado para el año 2018 (vigencia 2019)

vut\_2019: Valor Unitario de la Tierra urbana estimado para el año 2019 (vigencia 2020-2021)

vut\_2020: Valor Unitario de la Tierra urbana estimado para el año 2020

zona: Variable categórica que indica al clúster urbano de pertenencia

superficie\_geom: superficie geométrica de la parcela en m<sup>2</sup>

oferta\_inm: Oferta inmobiliaria en el entorno (Datos de la Base de Impuesto de Sellos y OMI)

fot: Factor de Ocupación Total por ordenanza (en localidades con dicha información)

zonas\_capital: zonas de procesamiento para la Ciudad de Córdoba

porc\_1: Porcentaje de viviendas de categoría 1 en un entorno de 500 m (sólo Ciudad de Córdoba)

porc\_4: Porcentaje de viviendas de categoría 4 en un entorno de 500 m (sólo Ciudad de Córdoba)

x: coordenada X (EPSG: 22174)

y: coordenada Y (EPSG: 22174)

## ANEXO V: Ficha técnica Estudio de Valores Urbanos 2021

Síntesis provincial: 457 localidades - 11 clústeres urbanos	
<b>Base de estimación</b>	Parcelas con valuación urbana: 1.682.656 Cuentas con valuación urbana: 1.934.778
<b>Fuente de datos inmobiliarios</b>	Registros del Observatorio del Mercado Inmobiliario de inmuebles urbanos baldíos y edificados
<b>Fecha de relevamiento</b>	Relevamiento 2021: enero a julio 2021 Base histórica OMI: desde julio 2017
<b>Base de conocimiento</b>	Relevamiento 2021: 9.299 observaciones Base histórica OMI: 40.939 observaciones
<b>Muestra final de observaciones</b>	11.435 datos de mercado
<b>Unidad espacial de los resultados</b>	Valores a nivel de parcela con tipo de valuación urbana, sobre extracto de la base parcelaria al 15/10/2021 (DGC)
<b>Alcance de los resultados</b>	Valor Unitario de la Tierra (VUT) en pesos por metro cuadrado (\$/m <sup>2</sup> ), para lote tipo según agrupamiento de localidades (clúster), al mes de mayo de 2021
<b>Unidad y redondeo</b>	\$ (pesos argentinos), redondeado cada \$50, \$100, \$250, \$500 o \$1.000 según grupo de localidades (clúster) y cuantil al cual corresponda
<b>Calidad de los resultados</b>	Promedio del Error Relativo Promedio en Valor Absoluto ( <i>mean absolute percentage error</i> , MAPE) de todos los cluster: 11,5%
<b>VUT (\$/m<sup>2</sup>), estadísticas principales</b>	Mediana (promedio ponderado por grupo de localidades): \$6.381 Valor máximo: \$751.000 Valor mínimo: \$250 (se excluyen parcelas en condiciones de inundación extrema con VUT \$1)



Ministerio de  
**FINANZAS**



---

[mapascordoba.gob.ar](http://mapascordoba.gob.ar)   [idecor.cba.gov.ar](http://idecor.cba.gov.ar)  
[idecor@cba.gov.ar](mailto:idecor@cba.gov.ar)