



LOS LIBERTADORES  
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

## DETERMINACIÓN DE VALORES DE TERRENO DE SUELO URBANO EN BOGOTÁ DE ACUERDO CON LAS OFERTAS INMOBILIARIAS DE PREDIOS NPH

### DETERMINATION OF URBAN LAND VALUES IN BOGOTÁ ACCORDING TO THE NPH REAL ESTATE OFFERS

William Alexander Melo Cerón, [wameloc@libertadores.edu.co](mailto:wameloc@libertadores.edu.co) estudiante de Especialización en estadística aplicada

#### RESUMEN –

El valor de terreno del suelo urbano en el proceso de actualización catastral se determina mediante la evaluación de características del comportamiento del mercado inmobiliario de los predios de la ciudad de Bogotá, mediante el presente estudio se determinó la colección de variables que mejor describen el comportamiento del valor de terreno del suelo urbano, así como las características más relevantes dentro de la información económica del proceso de actualización catastral. Se precisa que el producto final es un modelo de regresión lineal múltiple que describe el comportamiento de cada variable descriptiva y el resultado final de la variable objetivo que se expresa en el valor de terreno de cada uno de los datos, adicionalmente se obtiene la distribución espacial de los valores predichos y sus variaciones en el marco geográfico de la ciudad.

**Palabras clave:** Valor de terreno, suelo urbano, avalúo, actualización catastral, mercado inmobiliario.

#### ABSTRACT

The land value of urban land in the cadastral updating process is determined by evaluating the characteristics of the behavior of the real estate market of the properties of the city of Bogotá, through this study the collection of variables that best describe the behavior of the land value of urban land, as well as the most relevant characteristics within the economic information of the cadastral update process. It is specified that the final product is a multiple linear regression model that describes the behavior of each descriptive variable and the final result of the objective variable that is expressed in the field value of each of the data, additionally the spatial distribution is obtained of the predicted values and their variations in the geographic frame of the city.

**Keywords:** Land value, urban land, appraisal, cadastral update, real estate market.

#### INTRODUCCIÓN

La Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital - UAECD en el marco de la normatividad vigente realiza el proceso de Actualización catastral, la cual tiene un componente físico y un componente económico, dentro del primer componente (físico) se encuentra la actualización de la información de los predios de acuerdo con las condiciones físicas actuales y en el segundo componente, de acuerdo con el tratamiento lógico y manual de la información se asignan valores de terreno y valores de construcción a la totalidad de los predios de la ciudad de Bogotá. Bajo esta última premisa se hace el énfasis, ya que es allí donde el proyecto que se propone tiene cabida y es necesaria su evaluación de factibilidad para llevarlo a cabo. Vale la pena mencionar que

esta propuesta de determinación de valores es un proceso masivo.

La obtención de los valores de terreno del suelo urbano de la ciudad tiene como base las ofertas del mercado inmobiliario y particularmente el análisis y desagregación de las ofertas de venta, mediante la separación del valor de terreno y de la construcción de los predios no sometidos a régimen de propiedad horizontal – NPH, que son el insumo fundamental para la obtención de un valor preliminar de terreno de las unidades prediales con las cuales se van a obtener los valores de terreno definitivos del suelo urbano de la ciudad.

En la actualidad la UAECD no cuenta con una herramienta estandarizada para la asignación masiva de

valores de terreno para el suelo urbano de la ciudad, ya que en algunas Zonas Homogéneas Físicas – ZHF (son zonas compuestas por predios que cuentan con características físicas similares y que después de una revisión son susceptibles de ser agrupados aplicando algunos criterios de generalización cartográfica) no se cuentan con las suficientes ofertas para determinar el valor de terreno en la cual están localizadas.

Dado lo anterior este pretende encontrar una herramienta fundamentada en conceptos estadísticos mediante los cuales se pueda automatizar el proceso valoración masiva de predios de la ciudad de Bogotá en el componente económico en la dimensión del valor de terreno del suelo urbano de la ciudad de Bogotá

## REFERENTES TEORICOS

Las condiciones del desarrollo del proyecto permiten inicialmente definir el siguiente esquema mediante el cual se definen una categoría de análisis para la investigación

### *Categoría y subcategorías de los referentes teóricos*

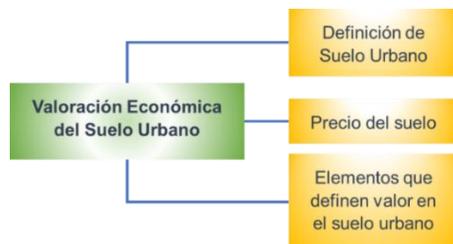


Figura 1 Elaboración propia, recurso herramientas TIC Power Point

### **Valoración económica del suelo urbano**

Teniendo en cuenta que el suelo es un recurso no renovable y es el insumo principal para los procesos de planificación y de catastro, que se define como el inventario o censo de los bienes inmuebles localizados en el territorio nacional, de dominio público o privado, independiente de su tipo de tenencia, el cual debe estar actualizado y clasificado con el fin de lograr su identificación física, jurídica y económica con base en criterios técnicos y objetivos (Decreto 148 de 2020), se hace indispensable la determinación de los precios del suelo, y para el caso de estudio, los precios del suelo urbano.

En la actualidad la valoración económica de los predios urbanos de la ciudad de Bogotá se realiza anualmente a través del proceso de actualización catastral, el cual tiene dentro de sus componentes información económica que corresponde al valor o avalúo catastral del inmueble y que a su vez este debe guardar relación con los valores de mercado (Decreto 148 de 2020), cabe aclarar que dicha valoración económica se realiza teniendo como productos finales la discriminación de valores de terreno y valores de construcción para predios no sometidos a propiedad horizontal, siempre en el marco de las condiciones de la dinámica del mercado inmobiliario.

### **Definición de suelo urbano**

La forma inicial de definición del suelo urbano es que son terrenos en los que la capacidad de los equipamientos públicos existentes o en curso de realización permiten acoger inmediatamente construcciones (Lora 2002).

Otra forma de entender el concepto de suelo urbano es enmarcándolo en una dimensión normativa mediante la cual se establece una delimitación y una caracterización que facilitan la aprehensión del concepto, para el caso de Colombia según la ley 388 de 1997 en su artículo 31 se entiende el suelo urbano como las áreas del territorio municipal o distrital destinadas a usos urbanos y que estén definidas por la herramienta normativa del ordenamiento, estos usos deben contar con la infraestructura vial y redes de los servicios básicos, en un contexto geográfico la localización del suelo urbano tiene como límite máximo el perímetro de servicios de cada municipio.

Dado lo anterior y teniendo en cuenta el alcance de esta propuesta de determinación de valores económicos para el suelo urbano de la ciudad de Bogotá, este suelo se entiende como el territorio en el cual se pueden garantizar las condiciones para desarrollar actividades asociadas las dinámicas propias de la ciudad, es decir, territorio apto para el desarrollo de usos urbanos, vale la pena aclarar que son las herramientas normativas de planificación como Planes de ordenamiento territorial, Planes básicos de ordenamiento territorial o Esquemas de ordenamiento territorial, establecidas en el artículo 9 de la ley 388 de 1997, las que

definen los usos del suelo urbano y su ámbito de aplicación en cada municipio.

### **Precio del suelo**

Es habitual que veamos de manera recurrente y desprevenida las transacciones que se realizan teniendo como eje una porción de territorio, es decir transacciones asociadas a la compra y venta de terrenos y para el presente caso de estudio se delimita en transacciones sobre terrenos urbanos, en la fijación de estos precios de los terrenos lo que en realidad transa más que la tierra es el derecho a percibir una renta sobre ella (Jaramillo 2008). Dado que según Marx la tierra adquiere un precio como resultado de la existencia de la tierra (Jaramillo 2008), se hace indispensable citar algunos conceptos básicos de la renta que puede generar el suelo urbano y así lograr establecer una relación entre esta y el precio del suelo.

Dentro de las características de la renta para el suelo urbano vale la pena considerar los diferentes tipos de renta que son generados por dicho suelo, iniciando con las rentas primarias diferenciales tipo I, la cual genéricamente se expresa mediante dos conceptos, constructibilidad y localización, es decir, en un primer momento este tipo de rentas para el suelo urbano esta generada por estos factores, para el caso de la constructibilidad, son las características geomorfológicas del terreno las que dan origen a este tipo de renta (Jaramillo 2008) y para el caso de la localización son las condiciones de accesibilidad y conectividad las que permiten la generación de estas rentas, sin embargo para ciudades consolidadas el Estado ha asumido esta carga y la característica de localización puede tener una dimensión mínima en la renta diferencial tipo I (Jaramillo 2008)

También se presenta la renta primaria diferencial tipo II que tiene que ver con la cantidad de capital aplicado a la tierra y es este uno de los factores determinantes en la generación de este tipo de renta, que para el caso del suelo urbano se puede sintetizar en la capacidad de construir en altura (Jaramillo 2008). Si bien es cierto que las herramientas normativas definen criterios claros para regular la construcción en altura de los bienes inmuebles y los promotores formales de vivienda realizan su planificación de proyectos basados en esta normatividad urbana, las ofertas

que se presentan en el mercado inmobiliario no son ajenas a la ocupación y desarrollo informal del territorio, y esta modalidad de ocupación se puede ver reflejada en el valor final ofertado por un bien inmueble, de tal forma que este tipo de renta diferencial se presenta en diferentes proporciones dentro de los datos utilizados para el desarrollo del presente estudio.

Además de las rentas ya mencionadas se presenta la renta absoluta urbana, que se entiende como la potencialidad de la tierra para ser utilizada para usos urbanos, y engranándola dentro de los conceptos de las rentas de la tierra y al mismo tiempo relacionándolas con las rentas rurales, la renta absoluta urbana puede partir de la premisa que todos los terrenos urbanos son iguales entre sí y su condición de existencia le permite absorber un valor de transacción que se puede comparar con el valor más alto que puede tomar el suelo rural con características semejantes (Jaramillo 2008)

Adicionalmente y con mucha pertinencia dentro del desarrollo del ejercicio propuesto en este estudio se encuentra la renta de monopolio o de segregación, la cual se presenta en la capacidad adquisitiva que una persona o un grupo de personas tiene y que utiliza para acceder a un terreno de condiciones favorables para el disfrute de actividades residenciales y que pretende cierto tipo de exclusividad y que dadas las condiciones normales de una población no cualquier persona puede acceder a estos espacios. De tal manera que la población que puede acceder a estos terrenos destinando recursos a gastos de lujo o que se pueden considerar como prescindibles y esto hace que algunos de los terrenos urbanos generen este tipo de renta y a su vez favorezcan de manera positiva la fijación de precios de terreno en el suelo urbano (Jaramillo 2008). Estas condiciones de la población y de mercado hacen que se presente el fenómeno de segregación y quienes pueden acceder a ella se les puede considerar como beneficiarios del efecto de la segregación

A partir del fenómeno de segregación espacial se identifica un grupo poblacional que es quien recibe el efecto negativo de la segregación y es a partir del cual empieza a emerger el tipo de renta diferencial de vivienda que se fundamenta en la capacidad de adaptación que un grupo

poblacional tiene para acceder a las condiciones de vida que facilitan el desarrollo de su actividad residencial, es decir acceder a los usos urbanos que complementan las actividades asociadas a la vivienda o residenciales (Jaramillo 2008).

Y por último está la renta diferencial y de monopolio industrial, la cual tiene relación con un proceso de producción o de transformación, pero sobre el espacio construido (Jaramillo 2008).

En síntesis, el precio del suelo urbano está claramente determinado por las condiciones propias del terreno que permiten establecer cuál es el tipo de renta generada por el suelo urbano y estas condiciones se deben ver agrupadas dentro de un proceso de ofertas de predios en el suelo urbano en la ciudad de Bogotá que son la fuente de datos para el procesamiento y definición de un modelo econométrico que permita predecir cual el precio unitario por metro cuadrado de terrenos en la ciudad.

### **Elementos que definen precio en el suelo urbano**

Un inicio para establecer algunos elementos o criterios básicos que pueden influir en el precio del suelo es conocer el estado actual de los terrenos que se quieren analizar, por lo tanto se parte de la base que los predios se encuentran dentro del perímetro urbano definido en el decreto 190 de 2004, para el desarrollo de esta propuesta de trabajo se tienen las siguientes condiciones físicas y normativas que influyen en la fijación de precios en la dinámica del mercado inmobiliario de la ciudad de Bogotá. Estos factores o variables pueden agruparse en grupos denominados como ubicación, función y materialidad (Erba 2013), teniendo en cuenta la anterior agrupación de variables se presentan a continuación:

#### **Ubicación**

Localización. Esta condición se materializa dentro del marco espacial y se determina en términos relativos dentro de un contexto geográfico, puede apreciarse en la posición cardinal dentro del contexto de la ciudad (norte, sur, oriente, occidente), también se puede asociar a la ubicación dentro del contexto espacial de la estratificación

socioeconómica (Estratos), otra forma es a través de la identificación de las entidades territoriales que abarcan el terreno, como los son, barrios, localidades o unidades de planeación zonal.

Accesibilidad y conectividad espacial. El fenómeno de segregación espacial puede ser considerado de una forma positiva o negativa, dependiendo de la facilidad o dificultad de acceder a las actividades económicas y paisajísticas que complementan el pleno desarrollo de la actividad residencial, de tal forma que dentro del suelo urbano es posible tener mayores condiciones de bienestar para el disfrute de las actividades asociadas a la vivienda dependiendo de la facilidad con que se cuente para acceder a bienes y servicios, esta variable que se encuentra en las ZHF según resolución 070 de 2011

#### **Función**

Norma urbana. Esta variable hace referencia a las condiciones normativas definidas en la herramienta de planificación territorial para el terreno de estudio, estas variables normativas definen condiciones como la edificabilidad y potencialidad de los usos urbanos que se puedan implementar en el terreno, esta variable que se encuentra en las ZHF según resolución 070 de 2011

Actividades económicas. El ordenamiento territorial funge como una herramienta que se pone al servicio de las personas y que tiene como pretensión al apropiado aprovechamiento del espacio dependiendo de las condiciones físicas del territorio, así como el desarrollo de las dinámicas sociales que se presentan dentro del mismo, es así que dentro de todo el espacio donde se presente asentamiento de población se presentan diferentes y diversas actividades económicas que se dan en el terreno, estas actividades tienen como eje fundamental las actividades residenciales, sus actividades complementarias y otras que a su vez facilitan la habitabilidad del espacio. Es posible que dichas actividades dependiendo de su intensidad y tipo afecten la fijación del precio de los terrenos urbanos (Pérez 2019).

Potencial de edificabilidad. Esta característica se materializa en las relaciones que se presentan entre la

conjugación de los índices de construcción y los índices de ocupación del terreno, los cuales se pueden expresar en número de pisos o cantidad de unidades construidas por unidad de área.

### **Materialidad**

Orientación y forma. Los precios del suelo urbano también tienen fundamento en la relación frente fondo y a su vez de forma marginal en la orientación con respecto a la iluminación natural, son estas variables que permiten establecer algunas diferencias de precios entre terrenos.

Dimensiones. Se expresa en la superficie del terreno y para el contexto urbano se expresa en unidades de metros cuadrados, lo anterior para mayor entendimiento y para facilidad en la comparación de los terrenos

Topografía. Es la variable que indica cual es la pendiente que puede tener un terreno y que dicho sea esto y también permite establecer relaciones de costos de construcción para la ejecución de obras civiles (Pérez 2019).

Acceso al paisaje. Esta variable se presenta principalmente en lugares en los cuales es tacita la presencia de la renta de monopolio o de segregación, porque es una variable que dentro del suelo urbano es prescindible dentro de la fijación de los precios de la tierra (Pérez 2019).

### **METODOLOGÍA**

El método utilizado fue la investigación descriptiva, que se realizó mediante la previa revisión de los datos para evaluar la viabilidad de la propuesta del modelo que se presenta

En una primera fase, a las características que dan origen al presente artículo se les realizó la identificación y determinación de la relevancia de las variables que definen el valor unitario de suelo urbano por metro cuadrado, en el marco de la información suministrada por la UAECD

La segunda fase consistió en que la información recibida fue revisada y clasificados los datos que se encontraban allí almacenados de tal forma que las variables hacen parte de una caracterización física, normativa o económica de los predios que se encuentran en el suelo urbano y que hacen parte de las ofertas que miden la dinámica inmobiliaria de la ciudad

En la tercera fase se analizó los datos utilizados mediante un tratamiento lógico de una forma organizada de acuerdo con las correlaciones identificadas entre las variables explicativas y la variable de respuesta, de tal manera que con las correlaciones se identificaron cuáles de ellas influían con mayor significancia en la realización de un modelo econométrico y que a su vez describiera en mayor porcentaje la variabilidad de este. Se realizaron pruebas con modelos de regresión lineal múltiple y adicionalmente regresiones mediante arboles de decisión, obteniendo como resultado que los modelos de regresión lineal múltiple mostraban mejores resultados en términos de mayor descripción de la variabilidad del modelo, así como menores errores dentro de los resultados finales

A través de un enfoque cuantitativo, se logra identificar con los resultados que las variables que mayor participación tienen dentro de la definición del modelo son el valor de referencia obtenido el año anterior a la toma de los datos, el área de terreno de los predios, el área construida del predio, el estrato en el cual se encuentra localizado, la actividad económica que se desarrolla y el tipo de vía de acceso al predio, la localización (sur o norte) y la topografía. Adicionalmente mediante elaboración de modelos con diferentes grupos de datos, se identificó que cuando se excluían los predios cuya variable estrato era cero, el modelo mostraba evidencia estadística para afirmar que su comportamiento era mejor representado omitiendo la utilización de estos predios, es decir presentaba mayor valor de R<sup>2</sup> y menores valor en los errores.

### **RESULTADOS**

#### **Análisis descriptivo**

El insumo mediante el cual se realiza el análisis inicial de las variables que participan en el proceso de definición de un modelo econométrico es un archivo plano de datos suministrado por la UAECD, en las que se almacenan variables a través las cuales se obtienen resultados para la valoración económica de los inmuebles y que reflejan la dinámica inmobiliaria de la ciudad, estos datos presentan elementos que describen cada una de las ofertas en su componente físico, normativo y económico. Se identificó la variable objetivo que se denomina

UNIT\_TERRENO\_M2, la cual expresa el valor del metro cuadrado del terreno.

Se revisó la distribución espacial de las ofertas y se encontró una homogeneidad en su localización de acuerdo como se muestra a continuación:

*Distribución espacial de las ofertas*

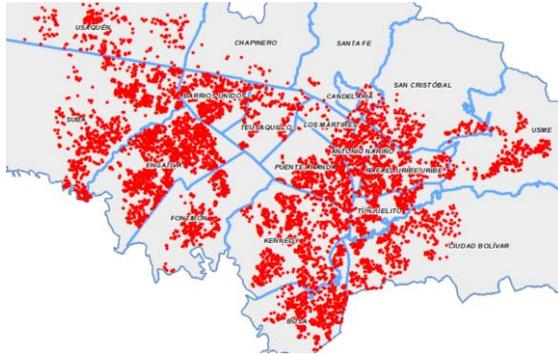


Figura 2 Elaboración propia, Distribución espacial de las ofertas del mercado inmobiliario, recurso software ArcGis 10.6.1

Las variables explicativas del modelo que se consideran son las que se muestran a continuación y allí mismo se encuentra una breve descripción de su significado:

Tabla 1

*Variables explicativas del valor unitario de terreno*

VARIABLE	DESCRIPCION
NOMBRE_LOCALIDAD	Nombre de la localidad
OFT_TIPO_INMUEBLE	Clasificación del tipo de inmueble
CODIGO_ESTRATO	Estrato socioeconómico
NUM_PISOS	Número de pisos del predio
AREA_TERRENO	Área de terreno del predio
AREA_CONSTRUIDA	Área construida del predio
AR_ACTI	Área de actividad normativa
TRATAM	Tratamiento normativa
TOPOGRAFIA	Topografía
TIPO_VIA	Tipo de vía frente al predio
INFLUENCIA_VIA	Influencia de vía frente al predio
ACT_ECON	Actividad económica del predio
ESCALA	Escala de actividad económica del predio
IEU_CLASECONSTRUCCION	Clasificación de la construcción
PUNTAJE	Puntaje de la construcción
EDAD	Edad de la construcción del predio
USO	Uso generalizado de los usos de las construcciones
USOP	Uso generalizado de los usos de las construcciones predominantes
BARRIO	Nombre del barrio
UBICA	Ubicación del predio (Norte o Sur)

Elaboración propia, recurso herramientas TIC Excel

Una vez revisado el comportamiento de las demás variables respecto a la variable objetivo se encontró

correlaciones entre variables numéricas y categóricas que se muestran en la siguiente figura

*Matriz de correlación del valor unitario de terreno*

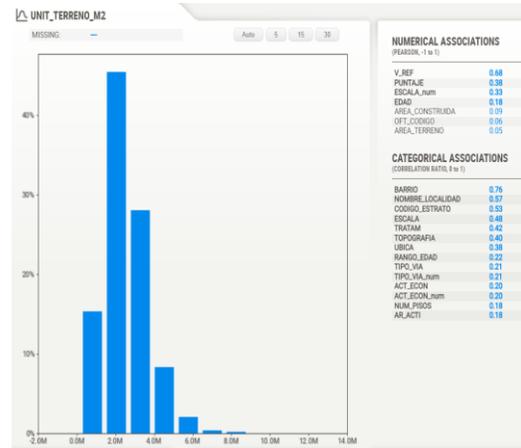


Figura 3 Elaboración propia, Matriz de correlación de las variables suministradas, recurso herramientas TIC Google Colaboratory

A partir de la información almacenada se estiman numéricamente las correlaciones de la variable objetivo y las variables categóricas y numéricas lo cual sirve como criterio para la determinación de la colección de variables que fue utilizada en la definición de los modelos iniciales y finales planteados.

Tabla 2

*Correlaciones de la variable objetivo y las variables categóricas y numéricas*

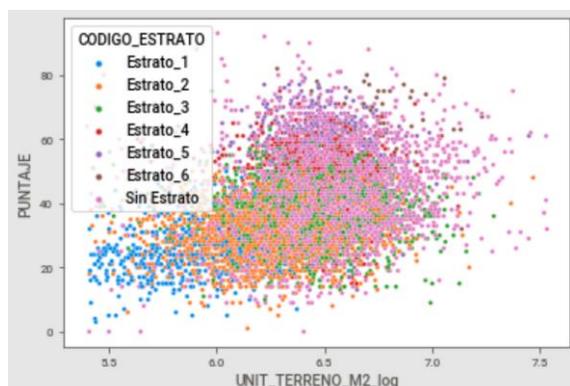
Variable	Correlación
V_REF	0,6388
CODIGO_ESTRATO	0,4903
ESCALA	0,4525
TOPOGRAFIA	0,3882
PUNTAJE	0,3128
CANT_USOS	0,1747
RANGO_EDAD	0,1622
EDAD	0,1419
NUM_PISOS	0,1116
IEU_VIDA_UTIL	0,0878
AREA_CONSTRUIDA	0,0549
OFT_TIPO_INMUEBLE	0,0406
BARRIO	0,0071
AREA_TERRENO	-0,0039
TIPO_VIA	-0,0759
NOMBRE_LOCALIDAD	-0,0927
AR_ACTI	-0,1408
INFLUENCIA_VIA	-0,1551
IEU_CLASECONSTRUCCION	-0,1766
USOP_CALCULADO	-0,1811
USOS	-0,2638
TRATAM	-0,2668
ACT_ECON	-0,3043

Elaboración propia, recurso herramientas TIC Google Colaboratory

Cabe aclarar que, aunque la correlación del valor unitario de terreno y el área de terreno fue la más baja, esta variable fue incluida dentro del modelo.

Según la revisión de correlaciones se muestra a continuación una imagen que presenta el comportamiento de dos de las variables que más influyen en la variable objetivo y que a su vez dan cuenta del comportamiento general de los datos

*Distribución de valor unitario de terreno de acuerdo con el puntaje del predio y el estrato*



*Figura 4 Elaboración propia, Distribución de valor unitario de terreno de acuerdo con el puntaje del predio y el estrato en el que se encuentra localizado, recurso herramientas TIC Google Colaboratory*

De acuerdo con los resultados de las correlaciones se determinó cuáles fueron las variables que mayor relación tienen con el valor unitario de terreno, estas variables se utilizaron para la definición del modelo y luego de la ejecución del modelo se encontró que las variables explicativas que mayor incidencia tienen el este:

- Valor de referencia
- Área de terreno
- Área construida
- Estrato
- Actividad económica
- Tipo de vía de acceso al predio
- Localización (sur o norte)
- Topografía.

Se obtuvo como resultado un modelo de regresión lineal con R2 de 65% y MAPE de 24% que finalmente son las que explican la variabilidad del modelo y el error generado mediante su aplicación.

### **Análisis de resultados**

Se realizaron ejercicios amparados en modelos de regresión lineal y modelo de regresión de árbol de decisión, en un primer escenario se utilizaron 9.841 registros de ofertas de todos los estratos, los resultados del R2 y los errores obtenidos a través de la aplicación de este modelo se muestran a continuación

Tabla 3

*Errores y precisión de los modelos iniciales en primer escenario*

ESCENARIO INICIAL (Todos los estratos)		
Métrica	REGRESIÓN LINEAL MULTIPLE	REGRESIÓN ARBOLES DECISIÓN
R2	62,87%	61,21%
ERROR MEDIO CUADRATICO	1.123.054,7	1.153.692,8
ERROR MEDIO ABSOLUTO	729.871,5	748.640,8
ERROR MEDIO ABSOLUTO PORCENTUAL	27,14%	27,75%

*Elaboración propia, recurso herramientas TIC Google Colaboratory*

Mediante la revisión de los datos se identificó que el modelo presenta mayor explicación de su variabilidad y menores errores cuando se excluyen los predios cuyo atributo de estrato es igual a cero, estos predios son los que tienen actividades económicas predominantes diferentes a la residencial, la nueva cantidad de registros utilizados es de 7.563, la distribución de estas ofertas según la estratificación socio económica es

Tabla 4

*Distribución de las ofertas según estratificación*

Estrato	% de ofertas
Estrato 1	6,16%
Estrato 2	31,03%
Estrato 3	47,72%
Estrato 4	9,89%
Estrato 5	4,50%
Estrato 6	0,70%

*Elaboración propia, recurso herramientas TIC Excel*

Por lo anterior se plantea un segundo escenario en el cual se definen nuevos modelos excluyendo los predios que presentan esta condición y los resultados muestran a continuación

Tabla 5

*Errores y precisión de los modelos finales obtenidos*

MODELO FINAL (Sin estrato 0)		
Métrica	REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE	REGRESIÓN ARBOLES DECISIÓN
R2	65,60%	65,80%
ERROR MEDIO CUADRÁTICO	828.487,4	834.978,2
ERROR MEDIO ABSOLUTO	588.532,0	593.316,2
ERROR MEDIO ABSOLUTO PORCENTUAL	24,86%	24,92%

*Elaboración propia, recurso herramientas TIC Google Colaboratory*

Por lo tanto, se selecciona el modelo de regresión lineal múltiple del segundo escenario para ser implementado ya que este modelo explica la variabilidad de los datos en un 65% y presenta los errores de menor valor para los valores unitarios de terreno en consecuencia de los insumos utilizados en el desarrollo del estudio.

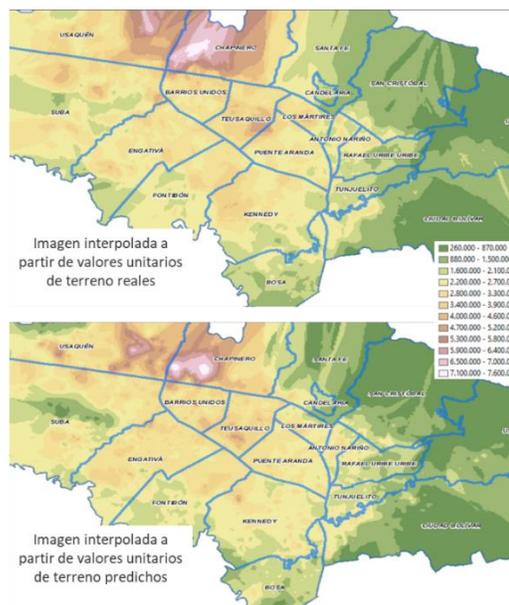
Dado que el modelo explica la variabilidad de los datos en un 65,04% y el error medio absoluto porcentual es de 24,86%, se considera que no presenta la eficiencia necesaria para ser utilizado en la determinación de los valores de terreno, sin embargo, este modelo puede ser tenido en cuenta para el establecimiento de un marco de referencia que se puede expresar en un rango de precios que puede ser de utilidad en el control de calidad de la determinación de los valores de terreno del suelo urbano en el proceso de Actualización catastral

Utilizando herramientas de interpolación del software ArcGis 10.6.1, se logra obtener salidas gráficas que muestran el efecto de la implementación del modelo dentro del contexto geográfico de la ciudad, la figura que se muestra a continuación se presenta como es la distribución espacial de los valores unitarios de terreno reales y valores de terreno predichos por el modelo.

Adicionalmente en la figura se evidencia que uno de los efectos del modelo es que atenúa las variaciones del valor unitario de terreno dándole una menor variabilidad a

estos valores en la medida que hay cambios altos de ellos de acuerdo con las ofertas utilizadas para la definición e implementación del modelo

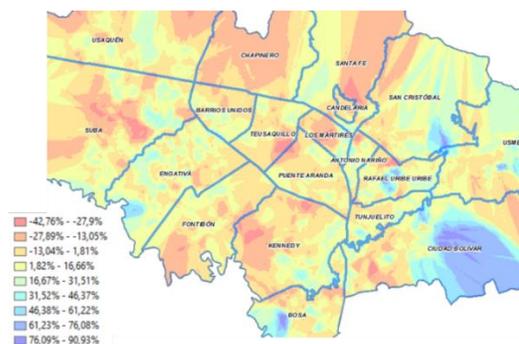
*Distribución espacial de valores unitarios de terreno reales y predichos por el modelo*



*Figura 5 Elaboración propia, Distribución espacial de valores unitarios de terreno reales y predichos por el modelo, recurso software ArcGis 10.6.1*

Adicionalmente y mediante un análisis de valores residuales del valor real de la oferta comparado con el valor predicho por el modelo se observa cómo es la distribución espacial de estas variaciones como se muestra en la siguiente figura

*Distribución espacial de la variación de los valores predichos por el modelo VS los valores reales*



*Figura 6 Elaboración propia, Distribución espacial de la variación de los valores predichos VS los valores reales, recurso software ArcGis 10.6.1*



Tabla 6

*Relación entre las variables explicativas del modelo con los tipos de renta.*

<b>MODELO INICIAL (Todos los estratos)</b>	
<b>Renta</b>	<b>Elemento</b>
Primaria diferencial Tipo I	- Localización - Topografía - Dimensiones
Primaria diferencial Tipo II	- Potencial de edificabilidad
Renta Absoluta	- Norma urbana - Accesibilidad y conectividad espacial
Monopolio o de Segregación	- Acceso al paisaje - Orientación y forma
Diferencial de Vivienda	- Actividades económicas
Diferencial y de Monopolio Industrial	- Actividades económicas

*Elaboración propia, recurso herramientas TIC Excel*

Durante una etapa del desarrollo del artículo no se tuvo en cuenta el valor de referencia de cada uno de los predios, en el momento que se incluyó esta variable dentro de las variables explicativas los resultados de R2 aumentaron y los errores disminuyeron, de tal forma que esta variable es la que mayor incidencia tiene dentro de la definición del modelo, es decir, las métricas de evaluación del modelo mejoraron con la inclusión de esta variable. Dicho valor de referencia es una variable económica almacenada dentro de los datos de la vigencia de actualización catastral anterior a la de los datos utilizados, es pertinente pensar que la inclusión de otra variable económica de la anterior vigencia, como el valor del avalúo catastral mejore las métricas mediante las cuales se establece las condiciones de precisión del modelo, por tal razón se puede realizar el ejercicio incluyendo el valor catastral del predio de la vigencia anterior como posible variable explicativa del valor unitario de terreno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Lora Tamayo, L. (2002). Urbanismo de obra pública y derecho a urbanizar. En Régimen jurídico del suelo (pp. 183-190). Marcial Pons, Ediciones Jurídicas y Sociales S.A.

Jaramillo González, S (2007). Hacia una teoría de la renta del suelo urbano. En Las rentas del suelo urbano (pp. 129-174). Universidad de los Andes. Facultad de Economía.

Jaramillo González, S (2007). Hacia una teoría de la renta del suelo urbano. En Métodos de estimación del precio de los inmuebles y del precio del suelo (pp. 263-270). Universidad de los Andes. Facultad de Economía.

Pérez, S.J. & Rincón, L.K. (2019) Análisis multitemporal 2017 -2019 del valor del suelo de las UPZ Américas 44, Carvajal 45 y Castilla 46. Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Alfonso Erba, D (2013). Definición de políticas del suelo urbano en América Latina. Teoría y práctica. En Elementos formadores del valor (pp. 15-19). Lincoln Institute of Land Policy Volumen 1.

Ley 388 artículo 9. (1997)

Ley 388 artículo 31. (1997)

Decreto 148 artículo 1. (2020)

Decreto 148 artículo 2.2.2.2.1. (2020)

Decreto 148 artículo 2.2.2.2.2. (2020)

Resolución 070 artículo 45. (2011)

Resolución 070 artículo 51. (2011)

Decreto 190. (2004)