

**Análisis de la variación en el valor de los predios aledaños al proyecto de valorización
Avenida El Rincón mediante modelo Hedónico. Caso de estudio Manzana Sector Villa
Alcázar.**

Efrén Alejandro Sandoval Rodríguez

Luis Eduardo Buitrago Roa

**Trabajo de grado para optar el título de Especialización en Gestión Territorial y
Avalúos**

Director

Gerardo Ignacio Urrea Cáceres

Magíster en Planeación Urbana y Regional

Universidad Santo Tomás, Bogotá D.C.

Facultad de ingeniería Civil

2025

Contenido

1. Resumen	7
2. Abstract.....	8
3. Introducción.....	9
4. Objetivo General.....	11
4.1. Objetivos Específicos.....	11
5. Antecedentes del Problema	12
6. Justificación.....	13
7. Marco Teórico	14
7.1 Gestión del suelo.....	15
7.1.1 Concepto de gestión del suelo:	15
7.1.2 Función social y ecológica del suelo	16
7.1.3 Instrumentos de gestión del suelo en Colombia	16
7.1.4 Gestión del suelo y valorización urbana	17
7.1.5 Retos actuales en la gestión del suelo urbano	17
7.2 Valorización.....	18
7.2.1 Concepto de valorización urbana	18
7.2.2 Causas de la valorización urbana	18
7.2.3 Valorización y equidad urbana.....	19
7.2.4 Instrumentos de captura de valorización.....	20
7.3. Aplicaciones y estudios en contextos urbanos	20
7.4 Software libre.....	21
7.4.1 R Software libre y su uso	21
8. Localización del Proyecto.....	23

9. Metodología	26
9.1 Tipo de investigación	26
9.2 Población y Muestra.....	26
9.3 Definición de las variables	30
9.4 Limitaciones del estudio.....	32
9.5 Técnica de análisis de datos	32
10. Resultados	34
11. Conclusiones	54
12. Recomendaciones.....	55
13. Referencias.....	56

Lista de tablas

Tabla 1. Manzanas del estudio.....	28
Tabla 2. Variables según observación.	31
Tabla 3. Variables según causalidad.	32
Tabla 4. Asignación numérica a variable DESTINO ECONOMICO.	41
Tabla 5. Valores estadísticos.....	52

Lista de figuras

Figura 1. Plano General. Fuente: Elaboración propia.....	23
Figura 2. Zona de estudio. Avenida Carrera 91. Fotografía propia.	24
Figura 3. Zona de estudio. Avenida Carrera 91. Fotografía propia.	24
Figura 4. Zona de estudio. Calle 129. Fotografía propia.	24
Figura 5. Zona de estudio. Avenida Carrera 91. Fotografía propia.	25
Figura 6. Plano Sector Catastral. Fuente: Elaboración propia.	27
Figura 7. Plano Manzana Catastral. Fuente: Elaboración propia.....	28
Figura 8. Plano Específico. Fuente: Elaboración propia.....	29
Figura 9. Visual de interfaz de R. Elaboración propia.....	33
Figura 10. Resumen estadístico de la Regresión. Elaboración propia.	35
Figura 11. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs AREA TERRENO. Fuente: R Studio.	36
Figura 12. Gráfico con datos depurados. Fuente: R Studio.	37
Figura 13. Correlación AREA TERRENO vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.	38
Figura 14. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs ESTRATO. Fuente: R Studio.	39
Figura 15. Correlación ESTRATO vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.	40
Figura 16. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs DESTINO ECONOMICO. Fuente: R Studio.	41
Figura 17. Correlación DESTINO ECONOMICO vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.	42

Figura 18. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs VALOR CATASTRAL 2019.	
Fuente: R Studio.	43
Figura 19. Correlación VALOR CATASTRAL 2019 vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.	44
Figura 20. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs DISTANCIA VIA. Fuente: R Studio.	45
Figura 21. Correlación DISTANCIA VIA vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio. .	46
Figura 22. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs ACEPTACION SOCIAL. Fuente: R Studio.	47
Figura 23. Correlación ACEPTACION SOCIAL vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.	48
Figura 24. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs ACEPTACION SOCIAL. Fuente: R Studio.	49
Figura 25. Correlación RUIDO vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.....	50
Figura 26. Regresión sin variable "ACEPTACION SOCIAL".	51
Figura 27. Figura 22. Modelo de regresión lineal múltiple ajustado.	52
Figura 28. Regresión Lineal.....	53

1. Resumen

Las obras de infraestructura vial cumplen un papel fundamental en el desarrollo urbano no solo mejoran la movilidad en las ciudades, sino que también generan cambios en el entorno urbano y pueden influir en el valor de los predios cercanos. Este proyecto tiene como propósito analizar cómo la construcción de la “Avenida El Rincón – entre las calles 128B y la Avenida Ciudad de Cali”, en Bogotá D.C., ha afectado el valor del terreno en su zona de influencia. Para ello, se estudiaron los valores de terreno catastrales para los años 2019 y 2024, y se busca aplicar un modelo econométrico que permite entender qué factores influyen en el precio del metro cuadrado de los inmuebles. Con este análisis se busca conocer si la obra ha generado valorización en los predios cercanos y que tanto ha cambia el valor del suelo desde que inicio el proyecto. Finalmente, se evidencia que existen diversas variables que intervienen en el valor de terreno de un predio, sin embargo, unas se hallan más significativas tal como la destinación económica asignada a cada inmueble, el área de los inmuebles, la estratificación socioeconómica, entre otras. Se llegó a la conclusión de que no solo variables físicas o económicas son determinantes en el cambio de valor de terreno, sino que entran en los análisis variables sociales como la afectación por ruido de tales predios cercanos a una obra de infraestructura vial.

Palabras Clave: Valorización, Modelo Hedónico, Destinación Económica, Avenida El Rincón.

2. Abstract

This Project delves into the significant impact of urban infrastructure development on city evolution. Specifically, it focuses on analyzing how the construction of the “Avenida El Rincón – between streets 128B and Avenida Ciudad de Cali” in Bogotá D.C. has influenced land values in its surrounding areas. To achieve this, the study examined cadastral land values from 2019 and 2024. A model is being applied to identify factors that affect the price per square meter of properties. The core objective is to determine if the avenue’s construction has led to property appreciation and to quantify the changes in land value since the project’s inception. The findings highlight that while numerous variables influence land value, such as economic destination, property area, and socioeconomic estratification, social factors like noise pollution from nearby infraestructura also play a crucial role in determining land value changes.

3. Introducción

Las obras de infraestructura vial desempeñan un papel crucial en el desarrollo de las ciudades modernas, no solo al mejorar la conectividad y movilidad dentro y fuera del territorio, sino al mejorar la calidad de vida de sus habitantes. No obstante, además de estos beneficios directos, dichas obras tienen un impacto significativo sobre el entorno urbano, incluyendo el valor de los predios cercanos y aledaños. En Bogotá, proyectos viales como la construcción de la “Avenida El Rincón” han transformado el paisaje urbano de distintas zonas, pero se desconoce en qué medida este tipo de intervenciones en la infraestructura vial incide en la valorización del terreno y qué factores son determinantes en estos cambios.

Este proyecto tiene como objetivo analizar cómo la construcción de la “Avenida El Rincón” (entre las calles 128B y la Avenida Ciudad de Cali) ha afectado el valor del terreno en su área de influencia para los predios cercanos a la vía. Para lograr dicho objetivo, se realizará una comparación estadística contando con los valores catastrales de los años 2019 (año de inicio de la obra) y 2024 (año directamente anterior), aplicando un modelo que permita identificar los principales factores y variables que influyen en el precio de metro cuadrado en la zona de estudio. De este modo, se busca determinar si la obra de infraestructura ha generado valorización en los predios cercanos y cómo la presencia de la infraestructura ha alterado el valor del suelo desde el inicio de su construcción.

La metodología empleada será cuantitativa, con base en el análisis de datos catastrales y aplicación de modelos econométricos. La elección de esta metodología responde a la necesidad de obtener resultados precisos y objetivamente medibles que permitan establecer una relación entre la obra vial y los cambios en el valor de los terrenos.

Este trabajo está organizado en cuatro capítulos: en el primero se presenta un marco teórico, abarcando temas como valorización, infraestructura vial, gestión del suelo, software especializado en modelos econométricos, entre otros; el segundo capítulo expone la metodología para la investigación partiendo desde la ubicación del proyecto, tamaño de la muestra y predios utilizados; el tercero analiza los resultados obtenidos de la modelación estadística relacionando las variables utilizadas para la comparación de los datos obtenidos y discute los hallazgos; y el cuarto capítulo ofrece las conclusiones y recomendaciones.

A través de este estudio, se espera contribuir al entendimiento de cómo las obras de infraestructura vial pueden influir en la valorización del suelo, y proporcionar información relevante y útil para la toma de decisiones en la planificación urbana y el desarrollo económico de la ciudad.

4. Objetivo General

Analizar la variación en el valor de los predios aledaños al proyecto de valorización Avenida El Rincón, Manzana Sector Villa Alcázar, usando el modelo Hedónico.

4.1. Objetivos Específicos

- Determinar el impacto que se presenta en los predios aplicando el modelo hedónico.
- Establecer las variables más representativas para expresar el valor del metro cuadrado de terreno de los inmuebles afectados por la obra pública de valorización.
- Analizar la afinidad y relación de las variables implementadas y el impacto socioeconómico en los predios aledaños.

5. Antecedentes del Problema

En las últimas décadas, la ciudad de Bogotá ha atravesado un proceso de expansión y transformación urbana que ha requerido el desarrollo constante de infraestructura vial para mejorar la movilidad y conectar áreas periféricas con el centro de la ciudad. Estas intervenciones, si bien tienen un objetivo funcional, también generan efectos colaterales sobre el entorno urbano, especialmente en el valor del suelo y los inmuebles cercanos.

Estudios realizados en Bogotá, como el de (H., 2012), han evidenciado que la construcción de grandes proyectos de transporte, como Transmilenio, ha tenido un impacto directo en el precio del suelo en zonas cercanas a las estaciones, generando procesos de valorización. Asimismo, investigaciones desarrolladas por el instituto de Estudios Urbanos (IEU) de la Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Estudios Urbanos, s.f.) han analizado como proyectos viales, renovación urbana y mecanismos como la participación en plusvalía vinculados al ordenamiento territorial influyen en los precios del suelo urbano, indicando que la cercanía a vías principales y nuevas obras pueden aumentar significativamente el valor de los predios. (Ministerio de Vivienda & Colombia, 2017).

En otras ciudades latinoamericanas, como Medellín o Ciudad de México, o se han aplicado modelos similares para evaluar el impacto de obras públicas sobre el valor de los inmuebles. Por ejemplo, en Medellín, el estudio *El cable aéreo Línea K de Medellín, Colombia 2005-2017*, encontró efectos positivos sobre el valor del metro cuadrado del suelo cerca de la línea, aunque sin cuantificar exactamente un aumento uniforme entre 15% y 30%. (Londoño, 2022).

6. Justificación

La obra “Avenida El Rincón – entre las calles 128B y la Avenida Ciudad de Cali” representa una intervención estratégica para mejorar la movilidad en el noroccidente de Bogotá, pero hasta el momento no se ha realizado un estudio detallado que cuantifique su impacto sobre la valorización del suelo. Por lo tanto, es necesario aplicar una metodología rigurosa, como el modelo hedónico, que permita identificar y medir los factores que han influido en los cambios de valor de los predios desde el inicio de la obra hasta su fase actual.

Si bien existen diversos estudios sobre este tema y numerosas obras que han pasado a lo largo del tiempo por el territorio, en este proyecto se busca aterrizar todas esas variables físicas, económicas, sociales que definan un valor en los inmuebles que son afectados por la construcción de proyectos de infraestructura.

7. Marco Teórico

El modelo de precios hedónicos es una herramienta econométrica ampliamente utilizada para estimar el valor de bienes que no tienen un precio observable directamente, como es el caso del valor de suelo o de inmuebles urbanos. Esta técnica parte del principio de que el precio de un bien heterogéneo puede descomponerse en el valor implícito de sus características observables (Rossen, 1974)

En el ámbito urbano, el valor de un predio está determinado por múltiples factores, entre ellos: ubicación, tamaño, uso del suelo, accesibilidad, entorno, cercanía a servicios públicos, entre otros. El modelo hedónico permite cuantificar la contribución marginal de cada una de estas características al valor total del bien, lo cual es útil para evaluar el impacto de proyectos de infraestructura sobre el valor del suelo.

El concepto de precios hedónicos fue introducido por (Rossen, 1974), quien planteó que los consumidores valoran los atributos individuales de un bien y no el bien en su conjunto. En el contexto inmobiliario, esto significa que los compradores pagan por una combinación de atributos físicos (área, número de habitaciones), atributos del entorno (estrato, equipamientos urbanos), y características de localización (accesibilidad, cercanía a vías principales).

El modelo asume que existe una función de precios $P=f(X_1, X_2, \dots, X_n)$, donde P es el precio del bien (por ejemplo, valor por metro cuadrado), y X_i son las variables independientes que representan los atributos del inmueble.

En el contexto urbano y de valorización, el modelo hedónico ha sido ampliamente utilizado para estimar el impacto de obras públicas en valor del suelo. Por ejemplo, en Bogotá, aplicaron esta metodología para evaluar el afecto del sistema Transmilenio en los precios del suelo, encontrando aumentos significativos en los sectores más cercanos a las estaciones.

Estudios en Medellín han mostrado que la implementación del Metrocable (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat), 2014), generó incrementos del 15 % al 30 % en el valor del suelo de sectores anteriormente marginados. Igualmente, en México, se ha utilizado esta metodología para evaluar el impacto de infraestructura vial y servicios públicos sobre la valorización de predios urbanos (Ramírez de la Cruz y otros, 2016)

Dada la complejidad del valor del suelo y su dependencia de múltiples factores, el modelo hedónico es adecuado para analizar el impacto de la obra “Avenida El Rincón” sobre los predios cercanos. Este enfoque permite controlar simultáneamente por variables físicas, económicas y territoriales, y estimar el efecto marginal de la intervención vial sobre el precio del metro cuadrado.

Asimismo, este modelo permite realizar simulaciones y predicciones en escenarios de planeación urbana, brindando herramientas útiles para la formulación de políticas públicas en materia de ordenamiento territorial y gestión del suelo.

7.1 Gestión del suelo

7.1.1 Concepto de gestión del suelo:

La gestión del suelo se refiere al conjunto de políticas, instrumentos, procesos y prácticas utilizadas para regular el uso, ocupación, transformación y valorización del suelo dentro de un territorio. Su objetivo central es armonizar el desarrollo urbano con el interés general, promoviendo el uso sostenible y equitativo del suelo como recurso estratégico (Smolka, 2013).

Desde una perspectiva amplia, la gestión del suelo abarca tanto acciones públicas (como la planificación, zonificación, cobro de plusvalías, adquisición y disposición de tierra), como mecanismos privados (como la inversión inmobiliaria y la oferta del suelo en el mercado). Su función principal es garantizar que el suelo cumpla con su función social, tal como lo establece la

constitución política de Colombia en su artículo 58, y que se convierta en una herramienta eficaz para alcanzar los fines del desarrollo territorial.

7.1.2 Función social y ecológica del suelo

Uno de los fundamentos normativos y éticos de la gestión del suelo en América Latina es el principio de función social de la propiedad, según el cual el uso del suelo debe estar orientado al bienestar colectivo y no exclusivamente al interés privado. Este principio implica que la propiedad privada del suelo no puede ser un obstáculo para alcanzar objetivos de equidad, accesibilidad o sostenibilidad reconocido en marcos legales y constitucionales de la región, según lo documentan estudios de Lincoln Institute, (Lincoln Institute of Land Policy. (s.f.), 2000).

En este sentido, la función ecológica del suelo también adquiere relevancia, especialmente en contextos urbanos donde la presión sobre el recurso suelo es alta. Las políticas de gestión del suelo deben contemplar la protección de áreas ambientales, zonas de riesgo, corredores ecológicos y recursos naturales, en equilibrio con las dinámicas de urbanización y expansión de la ciudad.

7.1.3 Instrumentos de gestión del suelo en Colombia

Los instrumentos de planificación son el mecanismo por el cual se logra el desarrollo y la complementación de las disposiciones establecidas en el POT, con el fin de desarrollar tanto física como integralmente un sector específico mediante una intervención estratégica.

La legislación colombiana, específicamente a través de la Ley 388 de 1997, establece una serie de instrumentos de planificación y gestión del suelo urbano, mediante los artículos 13, 19, 27, 41, 87, 92, 99 y 113 y entre ellos se destacan:

- **Planes de Ordenamiento Territorial (POT):** definen el modelo de ocupación y desarrollo del territorio.
- **Zonificación y uso del suelo:** establece reglas diferenciadas por zonas.

- **Captura de plusvalías:** permite que el Estado recupere parte del incremento en el valor del suelo generado por acciones públicas (como obras de infraestructura).
- **Reparto equitativo de cargas y beneficios:** distribuye de manera justa las inversiones y ganancias del desarrollo urbano.
- **Declaratorias de desarrollo y construcción prioritaria:** para movilizar suelo ocioso.

Estos instrumentos permiten no solo planificar el crecimiento urbano, sino también regular y equilibrar el mercado del suelo, promoviendo su acceso equitativo y el desarrollo ordenado de las ciudades.

7.1.4 Gestión del suelo y valorización urbana

La gestión del suelo está estrechamente relacionada con los procesos de valorización urbana, entendida como el aumento en el valor del suelo debido a factores exógenos, como inversiones públicas en infraestructura o cambios normativos. Uno de los desafíos más importantes más para la gestión territorial es lograr que esta valorización no sea capturada exclusivamente por actores privado, sino que contribuya al financiamiento del desarrollo urbano.

La implementación efectiva de instrumentos como la participación en plusvalías, el cobro por derechos de edificación a la utilización del suelo para proyectos de interés público es clave para evitar la especulación, reducir la segregación socioespacial y garantizar el acceso equitativo a suelo urbanizable.

7.1.5 Retos actuales en la gestión del suelo urbano

A pesar de los avances normativos e institucionales, la gestión del suelo en ciudades como Bogotá han venido enfrentando varios desafíos, como lo son:

- Una débil articulación entre la planificación y la gestión operativa, esto apoyado de los cambios de política, lo que conlleva a una falta de continuidad en obras.

- Insuficiencia en la implementación de instrumentos de captura de valor, dado que por la falta de continuación de políticas de ejecución.
- Desigualdad en el acceso al suelo urbanizable, con fuerte presencia de informalidad.
- Limitaciones institucionales y técnicas entre entidades territoriales para las dinámicas ejecución de contratos y desarrollo de obras.

En este contexto, el análisis del caso como el presente contribuyen a visibilizar los efectos de políticas públicas (como la ejecución de obras viales) sobre el mercado del suelo, y ofrecen evidencia empírica para mejorar la toma de decisiones en materia de ordenamiento territorial.

7.2 Valorización

7.2.1 Concepto de valorización urbana

La valorización urbana se refiere al incremento del valor del suelo y los inmuebles urbanos como consecuencia de transformaciones del entorno, ya sea por cambios normativos, inversiones públicas, dinámicas del mercado o procesos de renovación urbana. Este aumento en el valor del suelo no proviene directamente de mejoras realizadas por el propietario, sino de condiciones externas que modifican la utilidad o el atractivo de un determinado territorio (Smolka, 2013).

Este fenómeno es de especial relevancia para las políticas públicas, ya que implica un beneficio económico privado originado por una acción colectiva o estatal, lo cual genera un debate sobre la redistribución de esas ganancias y la necesidad de instrumentos que permitan la captura de la plusvalía para reinvertir en la ciudad.

7.2.2 Causas de la valorización urbana

La valorización puede estar asociada a múltiples factores exógenos, entre los cuales se destacan:

- Inversiones en infraestructura pública: como nuevas vías, estaciones de transporte masivo, redes de servicio públicos o equipamientos colectivos.

- Modificaciones normativas: como cambios en los usos del suelo, aumentos en los índices de construcción o nuevas zonas habilitadas para urbanizar
- Dinamismo inmobiliario y demanda residencial: que transforma barrios populares en zonas de renovación o gentrificación.
- Mejoras en la accesibilidad y conectividad: que incremente la localización estratégica de determinados predios.

Estas condiciones, generan un aumento en el valor del metro cuadrado de los terrenos, lo que puede beneficiar económicamente a los propietarios sin que estos hayan invertido directamente en el inmueble.

7.2.3 Valorización y equidad urbana

La valorización urbana es un fenómeno ambivalente: por un lado, representa un indicador de progreso urbano y consolidación del territorio; por otro lado, se puede provocar efectos de exclusión, desplazamiento o especulación. Sin embargo, en muchos, casos cuando la valorización no es gestionada adecuadamente, lo más seguro es que logre aumentar la desigualdad socioespacial, logrando expulsar a las poblaciones vulnerables de zonas mejor dotadas.

En este sentido, la valorización debe ser considerada no solo como un resultado del desarrollo urbano, sino también como un proceso que debe ser regulado para garantizar una distribución equitativa.

La gestión territorial contemporánea busca convertir la valorización en un instrumento de financiación urbana, a través de ciertos mecanismos que permitan capturar la parte de esa ganancia privada para un beneficio colectivo.

7.2.4 Instrumentos de captura de valorización

Como en América Latina y especialmente en Colombia, se han implementado diversas estrategias para capturar parte del valor generado y gracias al desarrollo urbano. Entre los instrumentos más usados o utilizados se encuentran:

- La contribución por valorización: se aplica mediante una carga positiva que será cobradas a los propietarios de los inmuebles por obras que incrementan el valor de sus las propiedades con el tiempo.
- Participación en plusvalías: Se realiza mediante el cobro sobre la ganancia adicional generada por decisiones normativas, fundamentada en la Ley 388 de 1997 (Colombia., Congreso de la República de, 1997).
- Sistema de reparto equitativo de cargas y beneficios: este método de captura funciona con los intercambios donde el propietario obtiene beneficios a cambio de aportar infraestructura o suelo útil.

Estos instrumentos permiten financiar parte del desarrollo urbano sin recurrir exclusivamente al endeudamiento público, y promueven una mayor equidad en la distribución de los beneficios del crecimiento urbano.

7.3. Aplicaciones y estudios en contextos urbanos

Han sido varios los estudios que han demostrado la ejecución de obras públicas pueden tener efectos significativos sobre el valor del suelo. En Bogotá, por ejemplo, la implementación de sistemas de transporte como Transmilenio ha generado aumentos del valor que los predios más cercanos a las estaciones, lo cual ha sido evidenciado mediante modelos econométricos. (Estupiñan, 2011).

En Medellín, el caso de metro cable ha sido ampliamente documentado como una intervención que no solo mejoró la movilidad y accesibilidad de zonas marginadas, sino que también incrementó el valor del suelo y promovió procesos de integración urbana (Peter Brand, 2011).

Estas experiencias muestran que la valorización urbana no es solo un fenómeno económico, sino también un indicador de transformación territorial, con implicaciones sociales, políticas y

7.4 Software libre

7.4.1 R Software libre y su uso

El software libre se entiende como aquel que asegura a sus usuarios la posibilidad de usarlo, modificar, estudiar y distribuir los programas sin algún tipo de restricciones, permitiendo la colaboración y el acceso abierto al conocimiento. Esta condición es especialmente valiosa para los procesos y proyectos de investigación, ya que permite un fácil uso de herramientas de un gran nivel sin generar algún tipo de costo.

Para el desarrollo de este proyecto se empleó **R**, como entorno de programación estadística y visualizador gráfico que es ampliamente utilizado en las ciencias sociales y aplicadas. Una de sus principales fortalezas es la disponibilidad de paquetes especializados que permiten correr análisis econométricos, manipular las bases de datos y trabajar con información geográfica. Estas características lo permiten manejar como una herramienta idónea para aplicar los modelos hedónicos y evaluar cómo variables físicas, espaciales y sociales que influyen en el valor del suelo.

Entre sus principales ventajas se destacan:

- La posibilidad y facilidad de aplicar modelos de regresión lineal, regresión lineal múltiple entre otras técnicas estadísticas.

- La integración con los sistemas de información geográfica SIG, la cual nos permite analizar las variables espaciales (distancias, accesibilidad y localización de predios).
- Capacidad graficas, que permiten representar los resultados de una manera más clara y fácil de interpretar.

En resumen, R no solo se presenta como un software estadístico, sino como un entorno integral de análisis que al ser de acceso libre permite garantizar la transparencia y replicabilidad en investigaciones como la desarrollada en este trabajo.

8. Localización del Proyecto

Para la realización del proyecto se cuenta con área de estudio la ciudad de Bogotá localizando la localidad de Suba, UPL 28 El Rincón, en el tramo vía de la carrera 91.

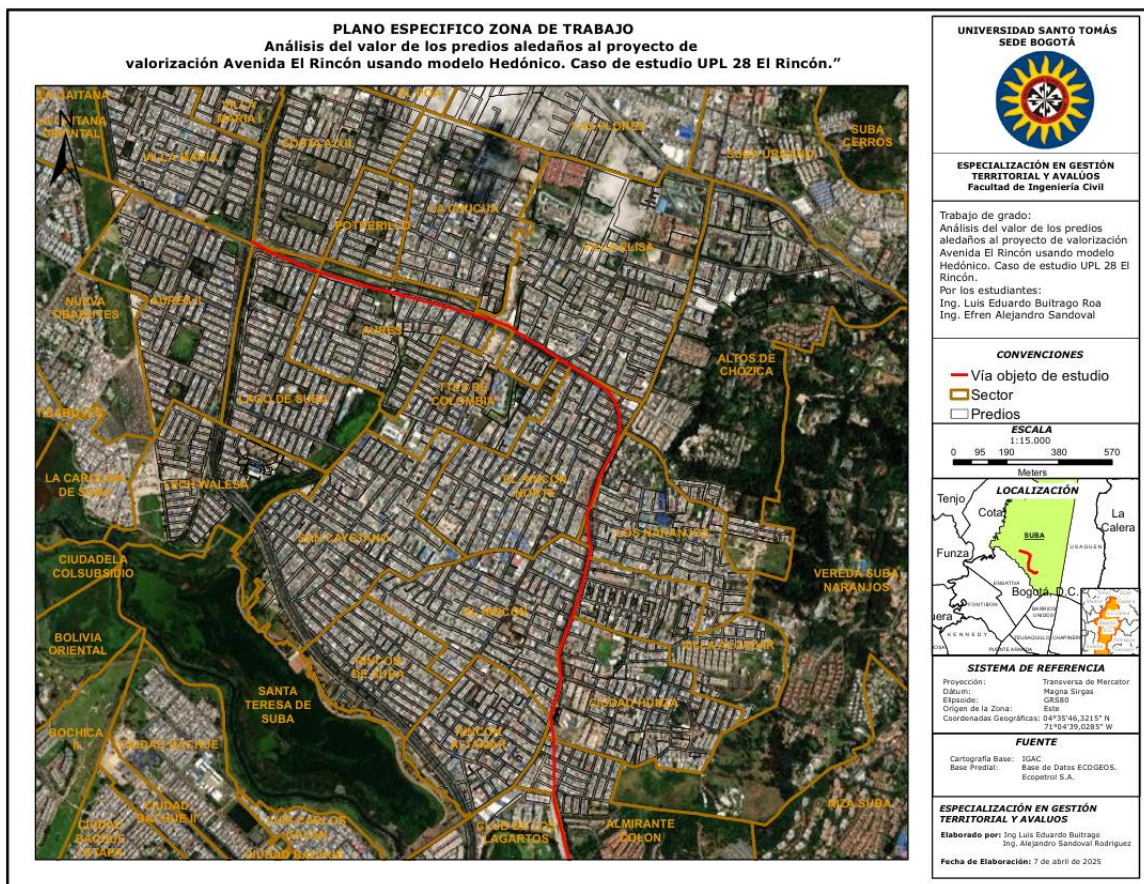


Figura 1. Plano General. Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Zona de estudio. Avenida Carrera 91. Fotografía propia.



Figura 3. Zona de estudio. Avenida Carrera 91. Fotografía propia.



Figura 4. Zona de estudio. Calle 129. Fotografía propia.



Figura 5. Zona de estudio. Avenida Carrera 91. Fotografía propia.

9. Metodología

9.1 Tipo de investigación

El presente trabajo es de enfoque cuantitativo, dado que los estudios cuantitativos pueden ser de tipo exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. De acuerdo con las variables analizadas, esta investigación se clasifica como descriptiva y correlacional, ya que emplea un modelo econométrico hedónico para evaluar el impacto del valor del metro cuadrado de los predios, considerando variables fijas y los beneficios asociados a la cercanía de una obra de infraestructura.

9.2 Población y Muestra

En un principio, el enfoque de la metodología del presente trabajo abarcó toda la zona de influencia de la obra de infraestructura *Avenida El Rincón*, la cual tiene una longitud aproximada de 2.35 km. Sin embargo, para el caso de estudio puntual se debió delimitar la muestra a un sector catastral denominado *Villa Alcázar*, identificado por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD). Este sector comprende un total de 60 manzanas catastrales distribuidas a lo largo de la carrera 91, entre la calle 129 y la calle 129f.

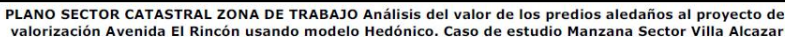


Figura 6. Plano Sector Catastral. Fuente: Elaboración propia.

Una vez delimitado el sector catastral, localizado en el costado oriental de vía, se definió como zona de estudio un área de 50 metros. Las manzanas catastrales que se interceptan en este rango fueron seleccionadas para el proyecto, considerando que un número excesivo de predios podría dificultar el análisis de los datos y afectar la confiabilidad del modelo.

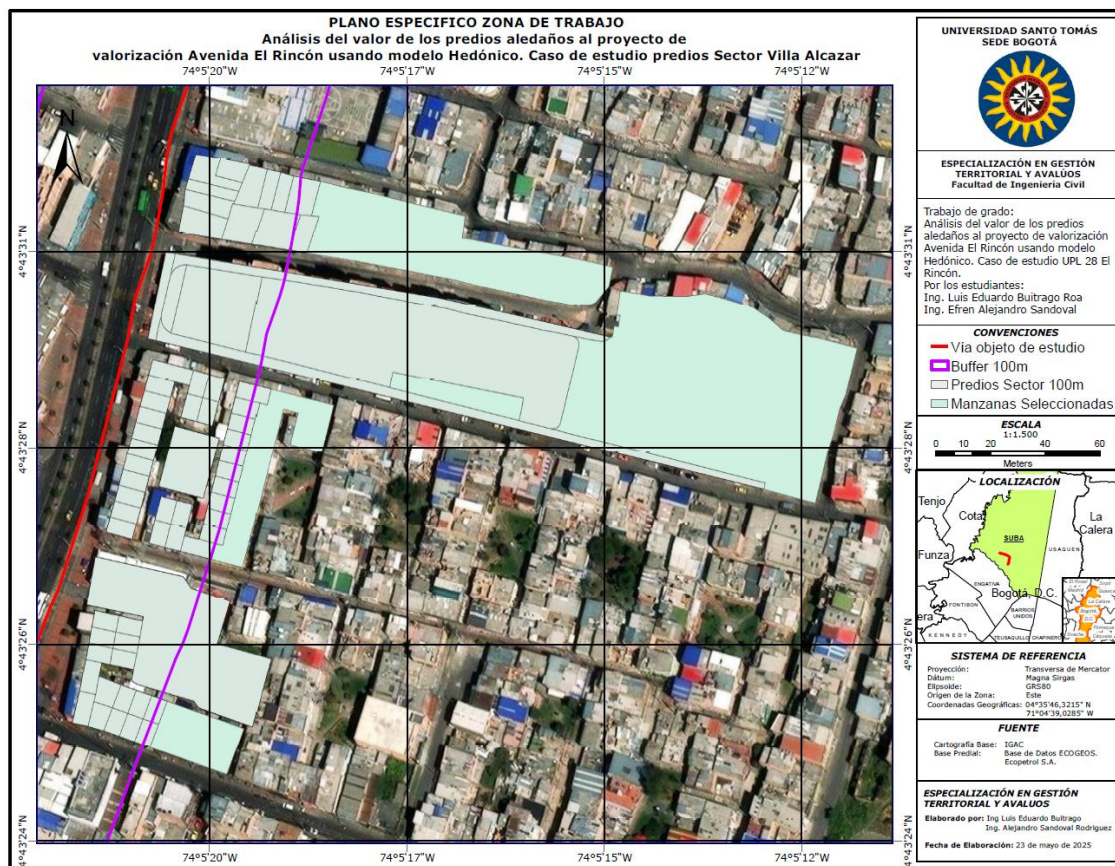


Figura 7. Plano Manzana Catastral. Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado este análisis geográfico, se logra identificar una zona de trabajo compuesta por un total de 6 manzanas catastrales:

ID MANZANA	NUMERO MANZANA
1	9263022
2	9263021
3	9263002
4	9263028
5	9263049
6	9263017

Tabla 1. Manzanas del estudio.

De las 6 manzanas catastrales que se utilizan para la muestra, se encuentran 62 polígonos que cuentan con diferentes destinos económicos, variedad de área de terreno y diferentes distancias a

la vía donde se desarrolla la obra de infraestructura por lo que se toma como una muestra viable para el estudio.

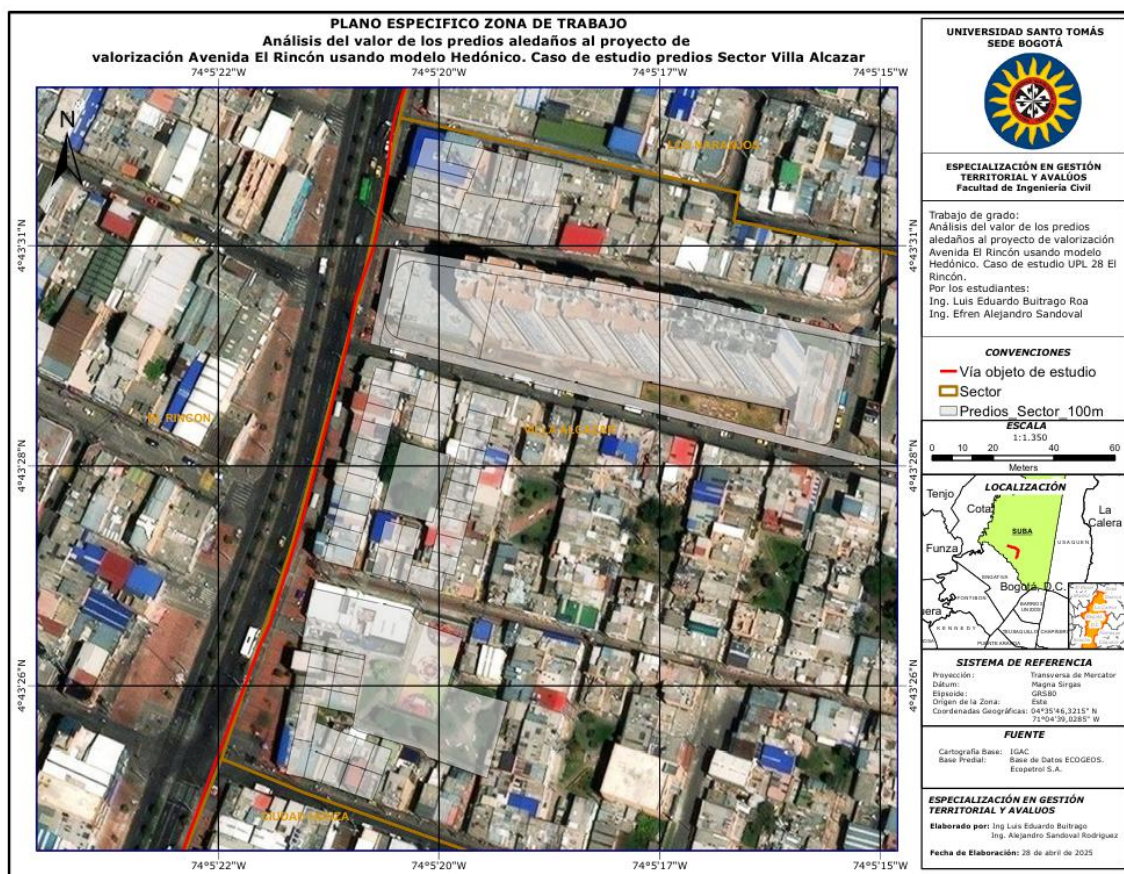


Figura 8. Plano Específico. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la información disponible en portales web de la alcaldía de Bogotá, donde se encuentran capas tipo Shape de polígonos catastrales, manzanas catastrales, sectores catastrales, estratificación socioeconómica, destino económico, tratamiento urbanístico, etc.

Para recolectar los datos de valores catastrales se debe tener en cuenta que, al no contar con los impuestos prediales de los predios, ya que son documentos privados, se dispone a trabajar únicamente con valores catastrales de terreno, siendo información pública consultable. Se toman los valores de referencia de los datos abiertos del IDECA para el año 2019 y el año 2024, (Abiertos, Infraestructura de Datos Espaciales del Distrito Capital (IDECA). (2024). Mediana del valor de

referencia de terreno por manzana: Bogotá D. C. Recuperado de Datos, s.f.), mientras que, para determinar los valores catastrales de cada año, se utilizan los documentos CONFIS (Consejo Distrital de Política Económica y Fiscal), (Consejo Distrital de Política Económica y Fiscal – CONFIS. (2019 - 2024)), donde se establecen los porcentajes de aumento anual de valor catastral según la destinación económico que se fija para cada predio. La ubicación de los predios de la muestra se toma de los datos geográficos con los que cuenta la ciudad por medio de Catastro Distrital, (Abiertos, Infraestructura de Datos Espaciales del Distrito Capital (IDECA). (2024). Mediana del valor de referencia de terreno por manzana: Bogotá D. C. Recuperado de Datos, s.f.). En algunos casos, fue necesario complementar la información utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), sobre todo en el caso de las distancias de los predios a la vía objeto de estudio o la influencia de ruido y aceptación social sobre la obra de infraestructura.

9.3 Definición de las variables

Existen distintas formas para clasificar las variables estadísticas en una investigación, según las diferentes funciones que cumplan dentro del proceso estadístico y según lo que representan en el modelo que se desea explicar. (Cauas, s.f.).

Para el proyecto en gestión, en función de la valorización que existe por una obra de infraestructura pública, se establecen una serie de variables que se categorizan de la siguiente manera:

- Por una parte, se tienen las variables que según su observación se categorizan como cualitativas (No susceptible a medición numérica) y cuantitativas (Medida por carácter numérico). Para una comparación por valorización se tomaron variables cualitativas como Área de Actividad, Estrato, Destino Económico y Tratamiento Urbanístico. Mientras que las variables cuantitativas para el proceso estadístico son

Área de Terreno, Valor de Referencia 2019, Valor de Referencia 2024, Valor Catastral 2019, Valor Catastral 2024, Distancia a la vía, Aceptación Social y Ruido.

VARIABLE CUALITATIVA	VARIABLE CUANTITATIVA
ÁREA DE ACTIVIDAD	ÁREA DE TERRENO
ESTRATO SOCIOECONOMICO	VALOR REFERENCIA –CATASTRAL 2019
DESTINO ECONOMICO	VALOR REFERENCIA -CATASTRAL 2024
TRATAMIENTO URBANÍSTICO	DISTANCIA VIA
	ACEPTACIÓN SOCIAL
	RUIDO

Tabla 2. Variables según observación.

- Las variables se pueden clasificar también por su causalidad o por la relación que se presenta entre ellas, por lo que tenemos variables dependientes y variables independientes. En este caso, se establece como variable dependiente al Valor Catastral de 2024, siendo la variable que se requiere explicar con base a las variables independientes.

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INDEPENDIENTES
VALOR CATASTRAL 2024	ÁREA DE TERRENO ESTRATO SOCIOECONÓMICO TRATAMIENTO URBANÍSTICO ÁREA DE ACTIVIDAD DESTINO ECONÓMICO VALOR REFERENCIA 2019 VALOR REFERENCIA 2024

	VALOR CATASTRAL 2019
	DISTANCIA VÍA
	ACEPTACIÓN SOCIAL
	RUIDO

Tabla 3. Variables según causalidad.

9.4 Limitaciones del estudio

La principal limitación que se encuentra en este tipo de estudios es la dificultad de contar con información crucial de los predios como el área construida de los inmuebles ya que es información que se debe solicitar a cada propietario de los predios, lo cual se limita a obtener información por las entidades públicas y sus datos abiertos. Sin embargo, se determina que con los datos obtenidos de las distintas fuentes que se consultaron, se puede tener un espectro que funciona para dar una idea clara del comportamiento del valor según variables físicas, económicas, normativas y sociales.

9.5 Técnica de análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos por medio de la investigación de sitios web oficiales de los datos abiertos que suministra la Alcaldía de Bogotá, Planeación y otras entidades, se establece un modelo de regresión lineal múltiple para explicar cómo se comportan distintas variables sobre el valor de un terreno que es susceptible a una obra de infraestructura pública por su fenómeno de valorización.

Así mismo se intenta dar un análisis de valores hedónicos para tener una ventana más amplia sobre cómo se comporta un entorno social, económico y normativo en un sector afectado por una obra de infraestructura para una vía pública donde aparecen actores como los habitantes o el mercado comercial.

Para la determinación del modelo de regresión lineal múltiple, debido a que se intenta explicar la varianza de valor catastral utilizando diversas variables que implican la construcción de una vía pública. Para dicho proceso se usa la herramienta R que es un software libre para computación gráfica y estadística que permite la facilidad al momento de realizar graficas de modelos y datos, aplicar una variedad de técnicas estadísticas, análisis de valores y series temporales, entre otros.

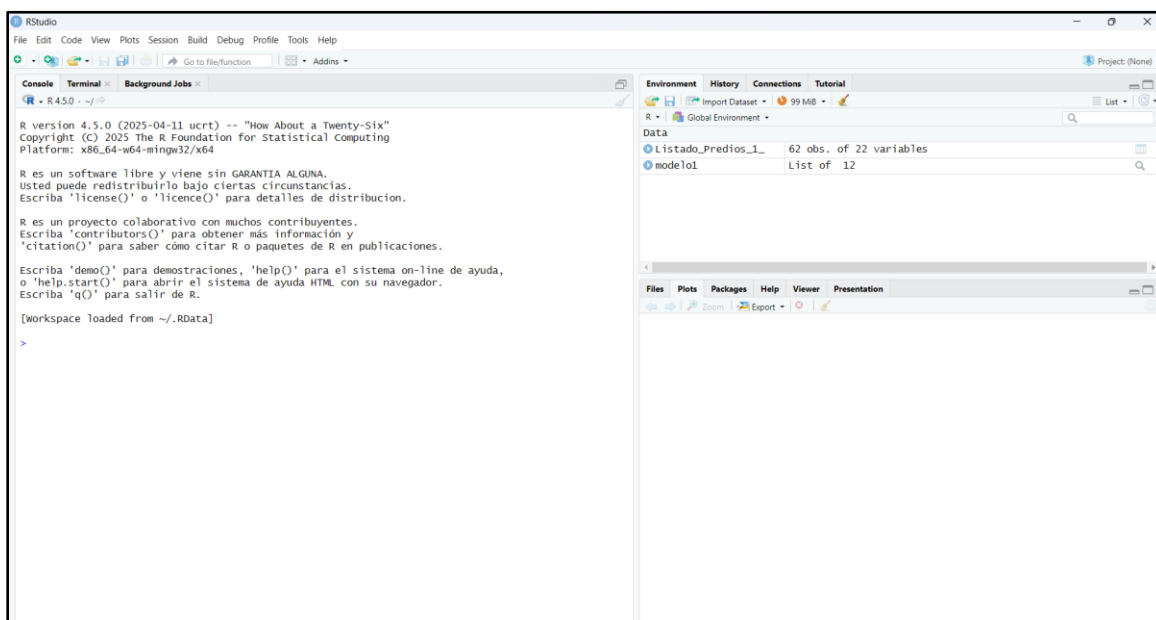


Figura 9. Visual de interfaz de R. Elaboración propia.

10. Resultados

En términos generales, el modelo realizado para el estudio de comparación de valores permite acercarse a una visión más amplia de lo que genera el desarrollo urbano mediante la obra de infraestructura, en este caso, una vía pública.

Se tiene que de un total de 11 variables se depuraron 4 variables teniendo en cuenta que, al ser una muestra de 62 inmuebles, todos cuentan con el mismo Tratamiento Urbanístico y Área de Actividad. De igual forma, los valores de referencia por metro cuadrado para los años 2024 y 2019 se usaron para la determinación y cálculo de los valores totales de terreno para los mismos años haciendo uso de los porcentajes de crecimiento por destino económico que dictan los documentos del CONFIS.

Se encuentra que, en el modelo resultaron significativas las variables Estrato y Destino Económico explicando un 75% aproximadamente la varianza del Valor Catastral del año 2024 con respecto a las variables que afectan dicho valor en el desarrollo urbano por obra de vía pública.

Para desarrollar el modelo de regresión en el programa R se usa la siguiente formula:

> REGRESION

$$\begin{aligned} < -lm(VALOR\ CATASTRAL\ 2024 \sim AREA\ TERRENO + ESTRATO \\ &+ DESTINO\ ECONOMICO + VALOR\ CATASTRAL\ 2019 \\ &+ DISTANCIA\ VIA + ACEPTACION\ SOCIAL + RUIDO) \end{aligned}$$

Donde se especifica que la función “REGRESION” va a ser el modelo explicativo del Valor Catastral del Terreno del año 2024 dependiendo de las demás variables cuantitativas y cualitativas, intentando evidenciar como estas variables infieren sobre el valor.

Como resultado de correr este modelo en el software especializado encontramos un valor “p-value” menor a 0,05 por lo que podemos rechazar la hipótesis nula de que el Valor Catastral

2024 no depende de las variables establecidas teniendo en cuenta el entorno a la construcción de una vía pública en su función de valorización.

```
Call:
lm(formula = `VALOR CATASTRAL 2024` ~ `AREA TERRENO` + ESTRATO +
  `DESTINO ECONOMICO` + `VALOR CATASTRAL 2019` + `DISTANCIA VIA` +
  `ACEPTACION SOCIAL` + RUIDO)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-551723 -108880  -50320   163772  453233

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   1.227e+05  1.060e+06   0.116  0.90828
`AREA TERRENO` 1.845e+01  1.037e+02   0.178  0.85940
ESTRATO        8.121e+05  1.524e+05   5.329 1.97e-06 ***
`DESTINO ECONOMICO` -9.746e+04  3.644e+04  -2.675  0.00987 **
`VALOR CATASTRAL 2019` 1.435e+00  1.169e+00   1.227  0.22501
`DISTANCIA VIA` -1.487e+03  2.163e+03  -0.687  0.49484
`ACEPTACION SOCIAL` -8.664e+01  2.090e+03  -0.041  0.96709
RUIDO          -3.057e+03  2.956e+03  -1.034  0.30559
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 245900 on 54 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7763,    Adjusted R-squared:  0.7473
F-statistic: 26.77 on 7 and 54 DF,  p-value: 2.011e-15
```

Figura 10. Resumen estadístico de la Regresión. Elaboración propia.

De la Figura 5 se logra deducir que al contar con una explicación del modelo de casi 75%, el modelo explica como las variables utilizadas inciden en la varianza del Valor Catastral de Terreno para el año 2024. Se evidencian dos variables significativas siendo el Estrato y el Destino Económico importantes en el modelo teniendo un valor “p-value” menor a 0.05.

Para entender un poco mejor cómo se comporta el Valor Catastral de terreno del año 2024 basta con observar gráficamente como se distribuyen los valores obtenidos en la base de datos y

así mismo, mirar la correlación que existe entre nuestra variable dependiente con las demás variables independientes.

Variable “AREA DE TERRENO”

Para verificar la correlación entre la variable dependiente y la variable correspondiente al área de terreno de los predios tomados como muestra, se procede a utilizar el software especializado R para mostrar cómo se comportan los datos a lo largo de los valores de terreno.

Para realizar la gráfica se utiliza la siguiente línea de código:

```
> plot(AREA TERRENO, 'VALOR CATASTRAL 2024')
```

Siendo el siguiente resultado la gráfica entre las dos variables:

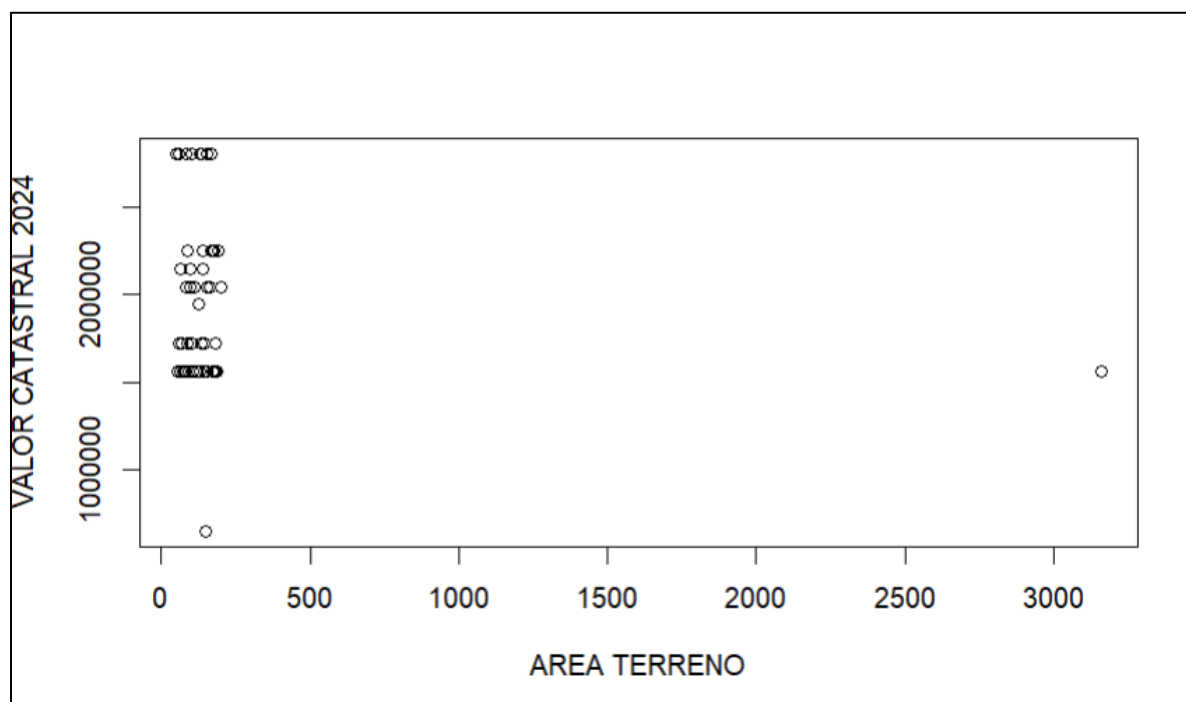


Figura 11. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs AREA TERRENO. Fuente: R Studio.

De la gráfica podemos observar que los valores cuentan con una tendencia de tener áreas de terreno inferiores a los 500m² con la diferencia de un dato atípico por encima de los 3000m² y otro dato atípico pero esta vez con un valor muy por debajo de la media de valor catastral 2024,

por lo que se podría inferir que por estos datos se pierde relación lineal con la variable de valor catastral 2024 que se comporta entre valores que van desde \$1.500.000 a más de \$3.000.000 por metro cuadrado.

Ahora, intentando depurar un poco los datos, se procede a eliminar de la muestra el valor atípico de área de terreno mayor a 3000m², siendo el resultado de la gráfica con los cambios el siguiente:

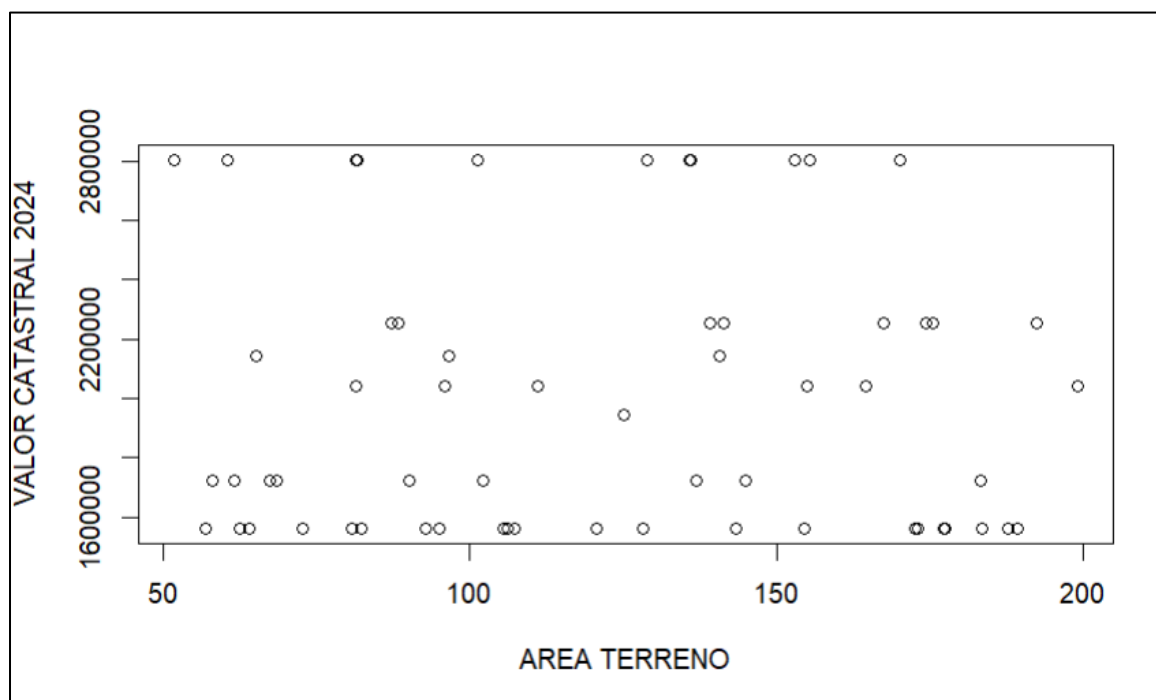


Figura 12. Gráfico con datos depurados. Fuente: R Studio.

Por la anterior Figura se puede decir que los datos no guardan relación lineal en estas variables, sin embargo, para tener una visión más precisa de esto, se procede a verificar la correlación entre las variables con la siguiente línea de código en el programa R Studio:

```
> cor.test('VALOR CATASTRAL 2024','AREA TERRENO')
```

Arrojando la siguiente información aplicando la correlación de Pearson:

```

Pearson's product-moment correlation

data: VALOR CATASTRAL 2024 and AREA TERRENO
t = 0.0081997, df = 58, p-value = 0.9935
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.2529172  0.2549317
sample estimates:
      cor
0.001076675

```

Figura 13. Correlación AREA TERRENO vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.

Como se evidencia en la información que arroja el programa R, al tener un “p-value” mayor a 0.05 se puede decir que no cuentan con relación lineal al contar con datos tan variados y valores tan uniformes entre las áreas de terreno de la muestra.

Esto indica que la variable no es significativa, lo cual es inesperado ya que en la práctica el área de terreno es una variable fundamental para determinar el valor de un bien inmueble y normalmente guardan una relación directa. Esto se puede presentar por varios aspectos, uno de ellos siendo una muestra tan pequeña de áreas de terreno no se evidencia que dicho dato tenga impacto en el valor catastral ya que se pueden ver áreas de terreno menores con la misma destinación económica que un predio con área de terreno mayor.

Variable “ESTRATO”

Para verificar la correlación entre la variable dependiente y la variable correspondiente al estrato de los predios tomados como muestra, se procede a utilizar el software especializado R para mostrar cómo se comportan los datos a lo largo de los valores de terreno. Para realizar la gráfica se utiliza la siguiente línea de código:

```
> plot('ESTRATO', 'VALOR CATASTRAL 2024')
```

Siendo el siguiente resultado la gráfica entre las dos variables arrojada por el software:

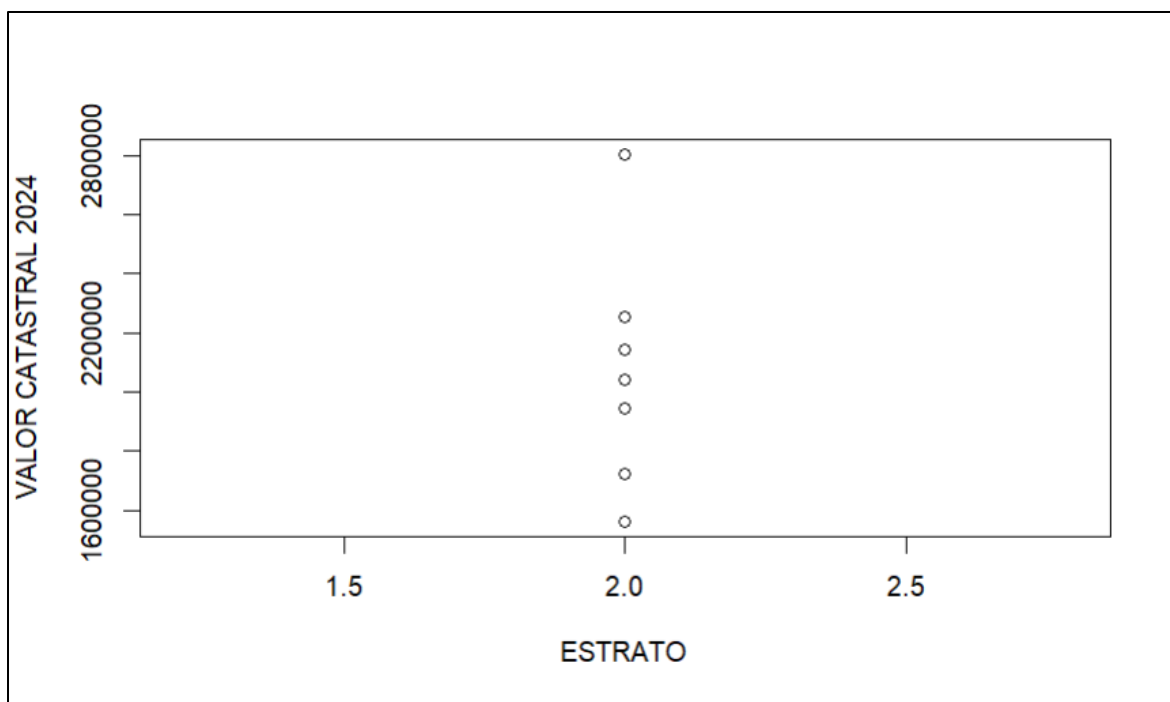


Figura 14. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs ESTRATO. Fuente: R Studio.

Esta gráfica es sencilla de comprender y es porque todos los predios comparten estrato siendo el 2 el que se les fue asignado como estrato socioeconómico.

Siguiendo la misma dinámica, se procede a verificar la correlación entre las variables con la siguiente línea de código en el programa R Studio:

```
> cor.test('VALOR CATASTRAL 2024','ESTRATO')
```

Arrojando la siguiente información aplicando la correlación de Pearson:

```

Pearson's product-moment correlation

data: VALOR CATASTRAL 2024 and ESTRATO
t = NA, df = 58, p-value = NA
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 NA NA
sample estimates:
cor
 NA

```

Figura 15. Correlación ESTRATO vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.

Como se evidencia en los resultados obtenidos, la correlación de las variables es nula ya que todos los datos de valor catastral de terreno comparten el mismo estrato, sin embargo, como se evidenció al aplicar la regresión lineal múltiple, la variable estrato se arroja como una variable significativa para explicar la varianza del valor del terreno.

Variable “DESTINO ECONOMICO”

Para verificar la correlación entre la variable dependiente y la variable correspondiente a la destinación económica de los predios tomados como muestra, se procede a utilizar el software especializado R para mostrar cómo se comportan los datos a lo largo de los valores de terreno. Para realizar la gráfica se utiliza la siguiente línea de código:

```
> plot('DESTINO ECONOMICO', 'VALOR CATASTRAL 2024')
```

Siendo el siguiente resultado la gráfica entre las dos variables arrojada por el software:

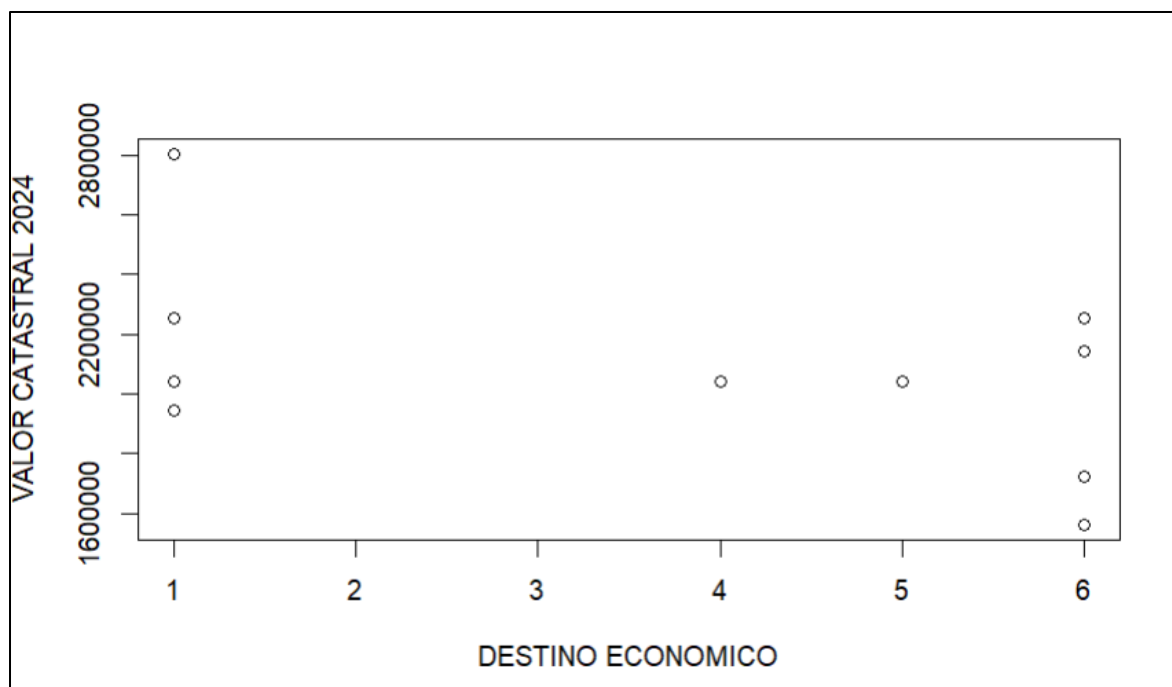


Figura 16. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs DESTINO ECONOMICO. Fuente: R Studio.

En la Figura 11 se puede observar que los predios cuentan con distintas destinaciones económicas y al ser una variable cualitativa donde se describe el uso con el que cuenta cada inmueble fue necesario categorizarlas con valores enteros para convertirlas en una variable numérica, la cual se detalla en la siguiente tabla:

DESTINO ECONOMICO	NUMERO ASIGNADO
Comercio en Corredor Comercial	1
Residencial	2
Lotes del estado	3
Comercio puntual	4
Dotacional privado	5
Dotacional	6

Tabla 4. Asignación numérica a variable DESTINO ECONOMICO.

Siguiendo la misma dinámica, se procede a verificar la correlación entre las variables con la siguiente línea de código en el programa R Studio:

```
> cor.test('VALOR CATASTRAL 2024','DESTINO ECONOMICO')
```

Arrojando la siguiente información aplicando la correlación de Pearson:

```
Pearson's product-moment correlation

data: VALOR CATASTRAL 2024 and DESTINO ECONOMICO
t = -11.754, df = 58, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.9011265 -0.7438186
sample estimates:
      cor
-0.8392339
```

Figura 17. Correlación DESTINO ECONOMICO vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.

Como se evidencia en los resultados arrojados por R Studio, el “p-value” de esta correlación es menor a 0.05 por lo que se puede afirmar que cuentan con relación lineal y se convierte en una variable explicativa del modelo. La correlación arrojada corresponde a -0.8392 por lo que se infiere que cuentan con correlación inversa, lo que indica que al contar con destinos económicos de mayor valor como lo es el comercial, el valor catastral tiende a ser bajo.

Variable “VALOR CATASTRAL 2019”

Para verificar la correlación entre la variable dependiente y la variable correspondiente al valor catastral de terreno del año 2019 de los predios tomados como muestra, se procede a utilizar el software estadístico R para mostrar cómo se comportan los datos a lo largo de los valores de terreno. Para realizar la gráfica se utiliza la siguiente línea de código:

```
> plot('VALOR CATASTRAL 2019','VALOR CATASTRAL 2024')
```

Siendo el siguiente resultado la gráfica entre las dos variables arrojada por el software:

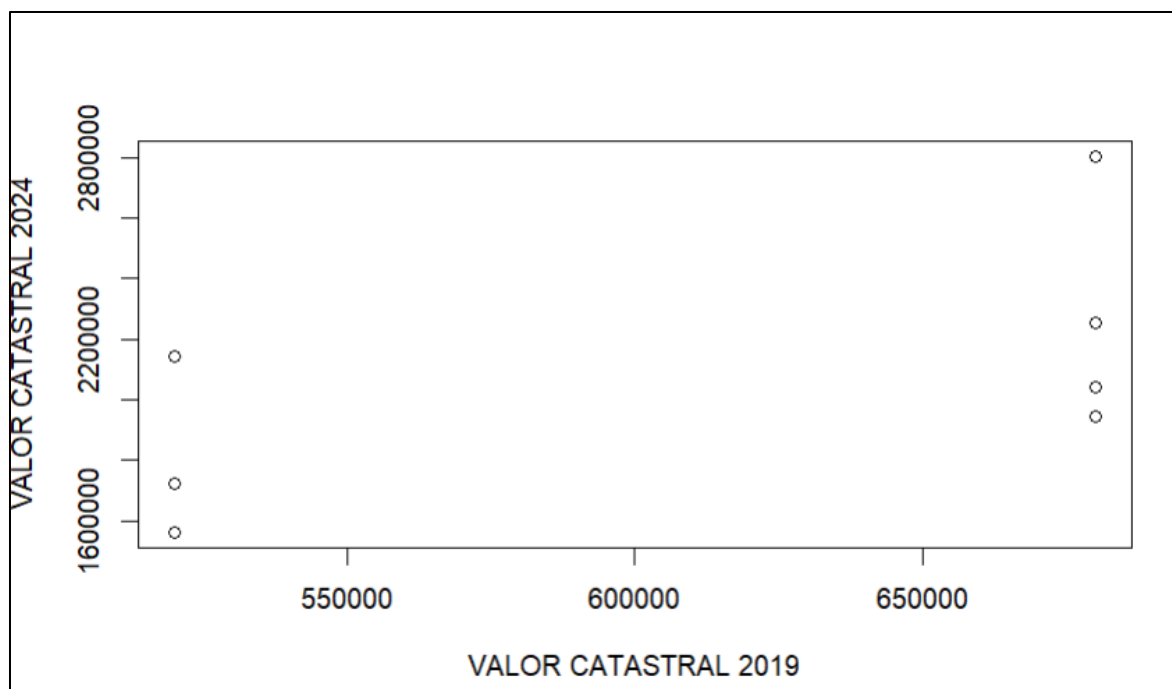


Figura 18. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs VALOR CATASTRAL 2019. Fuente: R Studio.

Dada la gráfica que se muestra en la Figura número 13, se evidencia que se mantiene que el valor catastral del 2019 crece en medida del destino económico que tiene cada predio ya que, para calcular cada valor catastral, tanto del año 2019 como del 2024, se toman los porcentajes designados para la destinación económica de inmuebles dada por el CONFIS y se aplica al valor de referencia por metro cuadrado de terreno dadas por el IDECA con sus datos abiertos.

Siguiendo la misma dinámica, se procede a verificar la correlación entre las variables con la siguiente línea de código en el programa R Studio:

```
> cor.test('VALOR CATASTRAL 2024', 'VALOR CATASTRAL 2019')
```

Arrojando la siguiente información aplicando la correlación de Pearson:

```

Pearson's product-moment correlation

data: VALOR CATASTRAL 2024 and VALOR CATASTRAL 2019
t = 11.398, df = 58, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.7321298 0.8961879
sample estimates:
      cor
0.8314779

```

Figura 19. Correlación VALOR CATASTRAL 2019 vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.

Se evidencia en los resultados arrojados por R Studio, el “p-value” de esta correlación es menor a 0.05 por lo que se puede afirmar que cuentan con relación lineal y se convierte en una variable explicativa del modelo. La correlación arrojada corresponde a 0.8314779 por lo que se infiere que cuentan con correlación directa, lo que indica que, al tener un valor de terreno catastral en el 2019, lo esperado es que para el año 2024 siga aumentando de valor y sea mayor.

Variable “DISTANCIA VIA”

Para verificar la correlación entre la variable dependiente y la variable calculada por medio de Sistema de Información Geográfica (SIG) de la distancia que existe del centro de cada predio a la vía objeto de investigación por obra pública, se procede a utilizar el software estadístico R para mostrar cómo se comportan los datos a lo largo de los valores de terreno. Para realizar la gráfica se utiliza la siguiente línea de código:

```
> plot('DISTANCIA VIA', 'VALOR CATASTRAL 2024')
```

Siendo el siguiente resultado la gráfica entre las dos variables arrojada por el software:

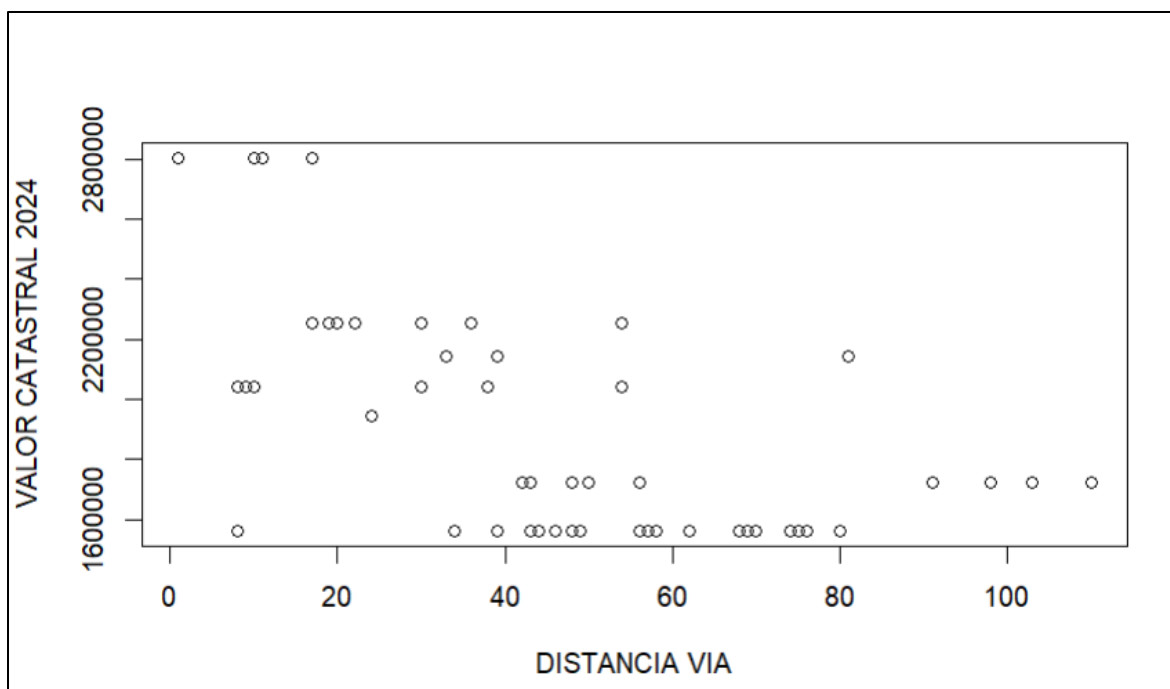


Figura 20. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs DISTANCIA VIA. Fuente: R Studio.

En la gráfica anterior se puede verificar que la distancia que existe entre los predios a la vía objeto de obra pública depende también de la ubicación de cada predio en la manzana catastral y de su área puesto que la distancia se calculó desde el centro de cada polígono. No se observa un comportamiento normal en los datos dada su forma de obtención y se puede evidenciar datos dispersos a lo largo de los diversos valores de terreno del año 2024.

Siguiendo la misma dinámica, se procede a verificar la correlación entre las variables con la siguiente línea de código en el programa R Studio:

```
> cor.test('VALOR CATASTRAL 2024','DISTANCIA VIA')
```

Arrojando la siguiente información aplicando la correlación de Pearson:

```

Pearson's product-moment correlation

data: VALOR CATASTRAL 2024 and DISTANCIA VIA
t = -7.1852, df = 58, p-value = 1.431e-09
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.8006548 -0.5235564
sample estimates:
      cor
-0.6862486

```

Figura 21. Correlación DISTANCIA VIA vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.

Se evidencia en los resultados arrojados por R Studio, el “p-value” de esta correlación es menor a 0.05 por lo que se puede afirmar que cuentan con relación lineal y se convierte en una variable explicativa del modelo. La correlación arrojada corresponde a -0.6862486 por lo que se infiere que cuentan con correlación inversa, lo que indica que, a menor distancia de los predios a la vía, mayor es el valor catastral de cada predio. Según la práctica valuatoria este es un resultado esperado ya que la ubicación de los predios incide en el valor mientras más cerca se encuentren a lugares de interés como vías principales, centros comerciales, instituciones educativas, etc.

Variable “ACEPTACION SOCIAL”

Para verificar la correlación entre la variable dependiente y la variable calculada por medio de Sistema de Información Geográfica (SIG) de la zona de influencia que afecta socialmente el desarrollo urbano por obra pública teniendo como parámetro distancias de 20 metros, 50 metros, 80 metros y 110 metros, se procede a utilizar el software estadístico R para mostrar cómo se comportan los datos a lo largo de los valores de terreno. Para realizar la gráfica se utiliza la siguiente línea de código:

```
> plot('ACEPTACION SOCIAL', 'VALOR CATASTRAL 2024')
```

Siendo el siguiente resultado la gráfica entre las dos variables arrojada por el software:

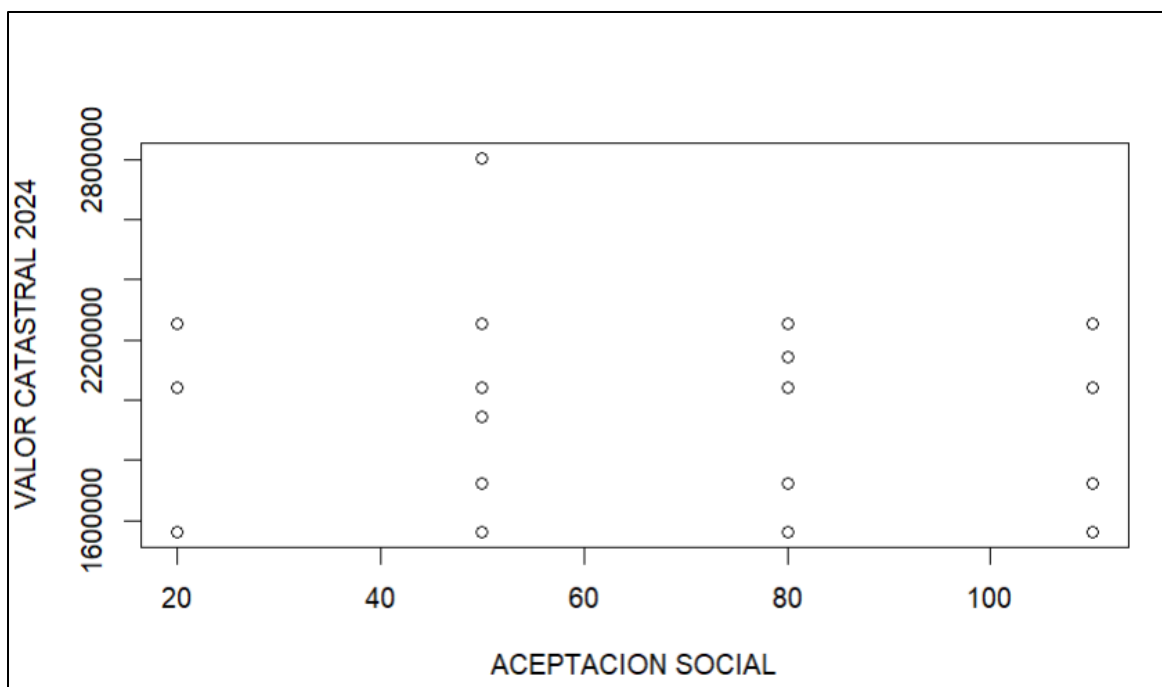


Figura 22. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs ACEPTACION SOCIAL. Fuente: R Studio.

En la Figura 17 se observa que no hay una relación directa entre las dos variables ya que se evidencia que diferentes valores de terreno se encuentran en diferentes zonas de influencia por afectación social que se establecieron por lo que se encuentran datos dispersos por todos los valores catastrales del año 2024.

Siguiendo la misma dinámica, se procede a verificar la correlación entre las variables con la siguiente línea de código en el programa R Studio:

```
> cor.test('VALOR CATASTRAL 2024','ACEPTACION SOCIAL')
```

Arrojando la siguiente información aplicando la correlación de Pearson:

```

Pearson's product-moment correlation

data: VALOR CATASTRAL 2024 and ACEPTACION SOCIAL
t = -5.437, df = 58, p-value = 1.131e-06
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.7276123 -0.3837308
sample estimates:
      cor
-0.5810398

```

Figura 23. Correlación ACEPTACION SOCIAL vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.

Se evidencia en los resultados arrojados por R Studio, el “p-value” de esta correlación es menor a 0.05 por lo que se puede afirmar que cuentan con relación lineal y se convierte en una variable explicativa del modelo. La correlación arrojada corresponde a -0.5810398 por lo que se infiere que cuentan con correlación inversa, lo que indica que, a menor afectación que se presente al estilo de vida de los habitantes cercanos a la obra de infraestructura, se esperaría que mayor sea el valor catastral de los predios.

Variable “RUIDO”

Para verificar la correlación entre la variable dependiente y la variable calculada por medio de Sistema de Información Geográfica (SIG) de la zona de influencia que afecta en términos de ruido el desarrollo urbano por obra pública teniendo como parámetro distancias de 30 metros y 60 metros, se procede a utilizar el software estadístico R para mostrar cómo se comportan los datos a lo largo de los valores de terreno. Para realizar la gráfica se utiliza la siguiente línea de código:

```
> plot('RUIDO', 'VALOR CATASTRAL 2024')
```

Siendo el siguiente resultado la gráfica entre las dos variables arrojada por el software:

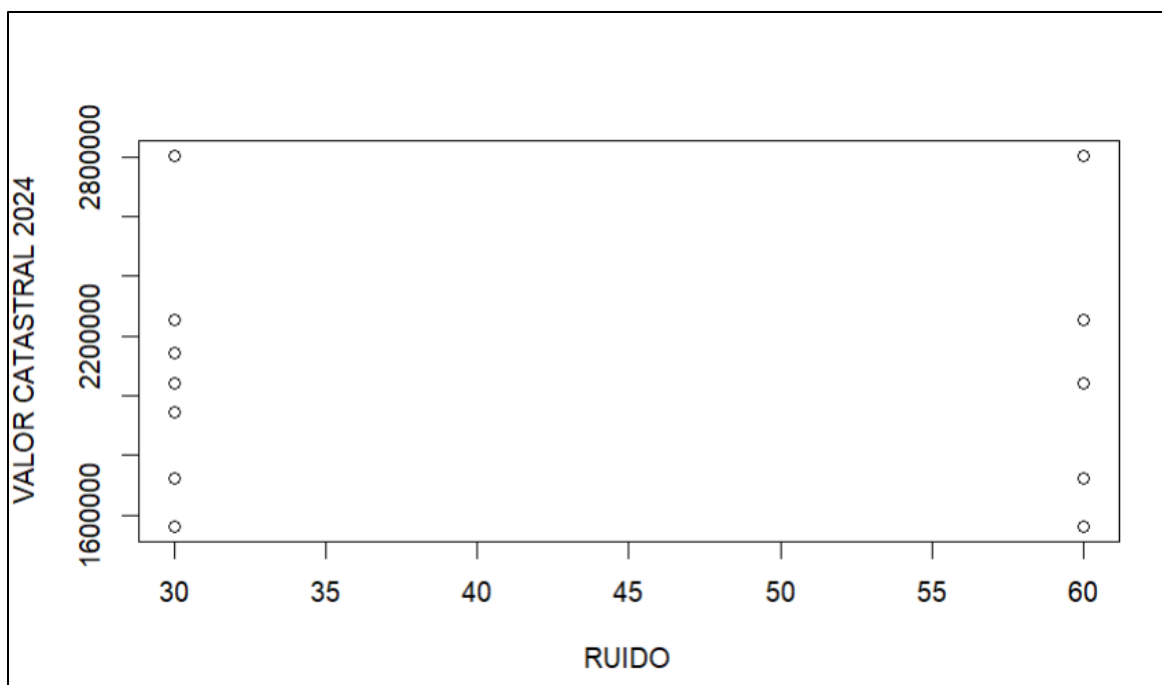


Figura 24. Gráfica de Correlación VALOR CATASTRAL 2024 vs ACEPTACION SOCIAL. Fuente: R Studio.

En la Figura 19 se evidencia como se distribuyen los valores por las áreas de influencia por lo que dependiendo de la ubicación y de la cercanía de los predios a la obra pública de la vía se van comportando los datos a través de los valores catastrales del año 2024.

Siguiendo la misma dinámica, se procede a verificar la correlación entre las variables con la siguiente línea de código en el programa R Studio:

```
> cor.test('VALOR CATASTRAL 2024','RUIDO')
```

Arrojando la siguiente información aplicando la correlación de Pearson:

```

Pearson's product-moment correlation

data: VALOR CATASTRAL 2024 and RUIDO
t = -4.2505, df = 58, p-value = 7.842e-05
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.6596475 -0.2663976
sample estimates:
      cor
-0.4873552

```

Figura 25. Correlación RUIDO vs VALOR CATASTRAL 2024. Fuente: R Studio.

Se evidencia en los resultados arrojados por R Studio, el “p-value” de esta correlación es menor a 0.05 por lo que se puede afirmar que cuentan con relación lineal y se convierte en una variable explicativa del modelo. La correlación arrojada corresponde a -0.4873552 por lo que se infiere que cuentan con correlación inversa, lo que indica que, a menor afectación por ruido que se presente en el sector cercano a la obra pública, se esperaría que mayor sea el valor catastral de los predios.

Análisis discriminante

Debido a que el modelo realizado con el total de las variables no resulta significativo debido a las distintas formas de obtención de la información, se procede a aplicar un análisis donde la mecánica será ir descartando las variables menos significativas para llegar a un modelo ajustado con las variables más significativas para explicar la varianza del valor de terreno catastral para el año 2024.

En primera medida, se busca ajustar el modelo eliminando de la regresión la variable de “ACEPTACION SOCIAL” para identificar como se ajusta el modelo, dando como resultado la siguiente regresión con la siguiente información:

```

Call:
lm(formula = `VALOR CATASTRAL 2024` ~ `AREA TERRENO` + ESTRATO +
  `DESTINO ECONOMICO` + `VALOR CATASTRAL 2019` + `DISTANCIA VIA` +
  RUIDO)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-542769 -144902  -43053   217068   499976

Coefficients: (1 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    1.581e+06  8.430e+05   1.876   0.0661 .
`AREA TERRENO` -7.697e+02  7.950e+02  -0.968   0.3373
ESTRATO                NA         NA      NA      NA
`DESTINO ECONOMICO` -9.042e+04  3.576e+04  -2.529   0.0144 *
`VALOR CATASTRAL 2019` 1.758e+00  1.159e+00   1.517   0.1350
`DISTANCIA VIA`    -1.692e+03  1.830e+03  -0.925   0.3593
RUIDO             -2.086e+03  2.828e+03  -0.737   0.4640
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 243600 on 54 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7468,    Adjusted R-squared:  0.7234
F-statistic: 31.86 on 5 and 54 DF,  p-value: 5.784e-15

```

Figura 26. Regresión sin variable "ACEPTACION SOCIAL".

Se evidencia que el modelo empieza ajustar de una mejor manera mostrando que la variable significativa es “DESTINO ECONOMICO” por lo que se puede decir que la destinación económica que tienen los predios infiere directamente con el valor catastral teniendo en cuenta que el CONFIS dictan diversos coeficientes en porcentaje por los aumentos de valores catastrales en la ciudad de Bogotá a lo largo de los años.

Como siguiente medida se pretende eliminar las variables “DISTANCIA VIA” y “VALOR CATASTRAL 2019, con el fin de seguir buscando el ajuste del modelo que nos permita tener una ventana de información amplia para verificar el resultado esperado que nos explique de mejor manera la variación en el valor catastral del terreno a lo largo de los años.

Como resultado se obtienen los siguientes datos de la regresión discriminando las variables anteriormente:

```

Call:
lm(formula = `VALOR CATASTRAL 2024` ~ `AREA TERRENO` + ESTRATO +
  `DESTINO ECONOMICO` + RUIDO)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-581898  -91678  -51368  160116  483677

Coefficients: (1 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   2868534.2   127799.6   22.446 < 2e-16 ***
`AREA TERRENO`    -371.1     773.1   -0.480   0.633
ESTRATO           NA         NA      NA      NA
`DESTINO ECONOMICO` -150206.3   15081.8   -9.959 5.3e-14 ***
RUIDO           -4866.1     2439.6   -1.995   0.051 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 247400 on 56 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7293,    Adjusted R-squared:  0.7148
F-statistic: 50.29 on 3 and 56 DF,  p-value: 6.686e-16

```

Figura 27. Figura 22. Modelo de regresión lineal múltiple ajustado.

Para facilitar la comprensión y condensar la información obtenida de los cálculos estadísticos realizados a lo largo de esta investigación, se presenta a continuación una tabla resumen donde se muestran datos de variables, p-value y correlaciones con respecto a la variable dependiente.

VARIABLE	P-VALUE	CORRELACION
AREA TERRENO	0,9935	0,001076675
ESTRATO	N/A	N/A
DESTINO ECONOMICO	<2.2e-16	-0,8392339
VALOR CATASTRAL2019	<2.2e-16	0,8314779
DISTANCIA VIA	1,431e-09	-0,6862486
ACEPTACION SOCIAL	1,131e-06	-0,5810398
RUIDO	7,842e-05	-0,4873552

Tabla 5. Valores estadísticos.

Los resultados obtenidos anteriormente han permitido evidenciar que la destinación económica de los predios es sumamente significativa para explicar la varianza con la que cuentan los valores catastrales de los inmuebles afectados por el desarrollo urbano por una vía pública. Se llega a la regresión lineal con la variable “DESTINO ECONOMICO” la cual se ajusta para explicar la variación del valor catastral con un valor p menor a 0.05 por lo que podemos rechazar la hipótesis nula y definir la variable como significativa para ajustar el modelo, lo que indica que el valor catastral de cada predio depende directamente de la destinación económica asignado a los predios.

```
Call:
lm(formula = `VALOR CATASTRAL 2024` ~ `DESTINO ECONOMICO`)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-544947 -117587 -117587  229119  574913

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    2651218     65219   40.65  <2e-16 ***
`DESTINO ECONOMICO` -162272     13806  -11.75  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 254000 on 58 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7043,    Adjusted R-squared:  0.6992
F-statistic: 138.2 on 1 and 58 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Figura 28. Regresión Lineal.

11. Conclusiones

- Un descubrimiento importante en este proyecto es la correlación entre la variable de valor catastral del año 2024 y la destinación económica de los inmuebles ya que arroja una correlación inversa, que indica que, al contar con un destino económico con valor mayor, por ejemplo, uso económico, institucional o industrial, el valor catastral tiende a bajar. Esto en la práctica valuatoria y normativa no suele ser de esa manera ya que los usos comerciales tienden a tener un valor más alto mientras que usos residenciales o con menor incidencia, cuentan con valores más bajos. Esto puede incurrir por varios aspectos, empezando por la desactualización de valores en el ámbito catastral en cuanto a la dinámica inmobiliaria y el mercado actual; otra razón para que esta relación inversa suceda es el uso ineficiente del suelo que podría indicar que los usos de los predios no están asignados de la forma más eficiente para reflejar el valor más real o probable.
- Con los resultados obtenidos se puede establecer, que si bien se encontró una variable significativa en el modelo de regresión, las correlaciones de cada variable indica que existen diferentes razones para que fluctúen los valores de un inmueble, teniendo características físicas como el área de terreno, áreas construidas, dependencias, entre otras que inciden directamente en la valoración de un bien, así como variables normativas como reglamentación urbanística, normas ambientales, entre otras que igualmente explican la varianza a la hora de calcular el valor de un predio. Sin embargo, se intentó verificar condiciones sociales que interactuaran con el valor catastral encontrando que los actores sociales como la comunidad también influyen en el valor catastral de los inmuebles.

12. Recomendaciones

- Con miras al futuro desarrollo, no solo en la zona de estudio de este proyecto, sino en todo el territorio Colombia, se deben mejorar y reforzar las políticas públicas de valoración catastral y de uso del suelo, con el fin de establecer mejores prácticas para la actualización de valores y la asignación de usos del suelo.
- Análisis de variables sociales, se recomienda que a futuros estudios se incorporen a más detalle variables sociales y de percepción ciudadana, dado que el impacto de las obras no solo se debería medir con modelos económicos, sino también con calidad de vida y aceptación por parte de la comunidad.
- Replicabilidad del modelo, en un enfoque metodológico puede ser replicado en otras zonas de Bogotá D.C o en la misma obra, que permita construir un marco o matriz comparativo para entender como los proyectos de infraestructura incidan en la valorización urbana.

13. Referencias

- Abiertos, Infraestructura de Datos Espaciales del Distrito Capital (IDECA). (2024). Mediana del valor de referencia de terreno por manzana: Bogotá D. C. Recuperado de Datos. (s.f.). IDECA. Obtenido de Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital: <https://www.ideca.gov.co/>
- Cauas, s.f. (s.f.). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. Obtenido de <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24762w/Definiciondelasvariables,enfoqueytipodeinvestigacion.pdf>
- Colombia., Congreso de la República de. (18 de julio de 1997). *Ley 388 de 1997*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- Consejo Distrital de Política Económica y Fiscal – CONFIS. (2019 - 2024). (s.f.). *Consejo Distrital de Política Económica y fiscal - CONFIS*. Bogotá D.C.
- Estupiñan, N. (2011). Impactos en el uso del suelo por inversiones de transporte público masivo. *Revista de ingeniería, Universidad de Los Andes*.
- H., J. P. (September de 2012). *Sciencedirect*. Obtenido de Sciencedirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692311002286>
- Instituto de Estudios Urbanos, U. N. (s.f.). *Instituto de Estudios Urbanos, Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de ieu.unal.edu.co: <https://ieu.unal.edu.co/>
- Lincoln Institute of Land Policy. (s.f). (1 de Septiembre de 2000). *Lincoln Institute of Land Policy*. Obtenido de https://www.lincolninst.edu/es/publications/articles/la-politica-del-suelo-en-america-latina?utm_source
- Londoño, H. (2022). *revistas uexternado*. Obtenido de Revista de Economía Institucional, 24(47), 145-160.: <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/ecoins/article/view/7961/11827>

- Ministerio de Vivienda, C. y., & Colombia, I. d. (2017). *20 años de ordenamiento territorial en Colombia: experiencias, desafíos y herramientas para los actores territoriales*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio: https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-11/libro-20-anos-ord-territorial-en-colombia-dic-2017.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Peter Brand, J. D. (2011). *Mobility innovation at the urban margins*. Taylor & Francis.
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat). (2014).
- Ramírez de la cruz, e., castillo salas, m., yamaguchi llanes, v., aldama nalda, a., gómez granados, p., & sánchez cetina, j. (2016). *Repositorio Digital CIDE*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11651/1890>
- Rossen, S. (1974). *THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS JOURNALS*. Obtenido de <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/260169>
- Smolka, M. O. (2013). *Implementación de la Recuperación de Plusvalías en América Latina*. Obtenido de https://www.lincolnst.edu/:https://www.lincolnst.edu/app/uploads/legacy-files/pubfiles/implementacion-recuperacion-de-plusvalias-full_0.pdf