

TECNICAS VALUATORIAS EN COLOMBIA Y EL MUNDO

Documento Base

Versión 1.0

SEPTIEMBRE DE 2021



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia
Cooperación Económica y Desarrollo (SECO)

Agencia de Implementación

bsf swissphoto



**El futuro
es de todos**

Gobierno
de Colombia

Versiones y Revisión del Documento

Versión	Descripción Versión	Elaboración	Fecha
1.0	Versión inicial	Luis Carlos Cardozo Nuñez	1.09.2021

Contenido

1. Introducción	6
2. Conceptualización métodos valuatorios	7
2.1 Referencias Normativas.....	7
2.2 Términos y Definiciones	7
2.3 Resumen del proceso de valuación	9
3. Métodos Valuatorios.....	10
3.1 Valoración puntual de bienes inmuebles en Colombia	10
3.1.1 Método de comparación o de mercado.....	10
3.1.2 Método de Capitalización de Rentas o Ingresos	11
3.1.3 Método de Costo de Reposición.....	12
3.1.4 Método o Técnica Residual	12
3.2 Valoración Masiva de bienes inmuebles en Colombia	14
3.2.1 El Avalúo Catastral en Colombia	14
3.2.1.1 Normatividad que rige los avalúos catastrales en Colombia	14
3.2.1.2 Metodología de Zonas Homogéneas Geoeconómicas	14
3.3 Valoración de Inmuebles en Argentina	14
3.3.1 Valuación de Mejoras.....	14
3.3.1.1 Método de Costo	14
3.3.1.2 Método por Modelos.....	14
3.3.2 Valuación Masiva.....	14
3.3.3 Valuación Parcelaria.....	14
3.3.3.1 Valuación Parcelaria Urbana	14
3.3.3.2 Valuación Parcelaria Rural	14
4. MODELOS VALUATORIOS APLICADOS.....	15
4.1 MODELO DE PRECIOS HEDONICOS.....	15
4.1.1 Modelo aplicado de precios Hedónicos.....	15
4.1.1.1 METODOLOGÍA.....	17

4.1.1.2	Criterios adoptados	17
4.1.1.3	Recolección de datos y desarrollo de los modelos	17
4.1.1.4	Lajeado	17
4.1.1.5	Montenegro	18
4.1.1.6	Variables estudiadas	18
4.1.1.7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1.1.8	Lajeado	19
4.1.1.9	Montenegro	20
4.1.1.10	DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES	21
5.	BIBLIOGRAFIA	¡Error! Marcador no definido.

Abreviaturas

ANT	Agencia Nacional de Tierras
BACK-OFFICE	Área de procesamiento de solicitudes
FRONT-OFFICE	Área de presentación de solicitudes.
CIAF	Centro de Innovación Tecnológica y de Fortalecimiento Institucional para el IGAC

CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ICDE	Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IDE-AT	Infraestructura de Datos Espaciales para la Administración del Territorio
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
LADM	Land Administration Domain Model
LADM-COL	Land Administration Domain Model perfil colombiano
MDM	Master Data Management
MINTIC	Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones
NIIF	Normas Internacionales de la Información Financiera
NUPRE	Número Único Predial
SINIC	Sistema Nacional de Información Catastral
PND	Plan Nacional de Desarrollo
RRR	Derechos, Restricciones y Responsabilidades, conforme se definen en la norma LADM.
SAT	Sistema de Administración del Territorio
SNR	Superintendencia de Notariado y Registro

1. Introducción

Los inmuebles constituyen una parte sustancial de la riqueza mundial. Si las operaciones de los mercados inmobiliarios se han de establecer sobre valuaciones fiables, deben existir normas consensuadas con base en las cuales los valuadores puedan determinar el valor de mercado y otros distintos valores reflejados en sus informes. La correcta comprensión y la adecuada aplicación de estas normas llevarán inevitablemente a la mejora de la viabilidad de las transacciones inmobiliarias internacionales y nacionales y reducirá los casos de fraude y abusos.

Como ocurre con otros tipos de bienes, existen métodos generalmente aceptados para valorar bienes inmuebles. Es importante tanto para el valuador como para los usuarios de servicios de valuación que los métodos adecuados se comprendan cuidadosamente, se apliquen de forma competente y se expliquen satisfactoriamente.

2. Conceptualización métodos valuatorios

2.1 Referencias Normativas

Aunque cada uno de los países estudiados en este documento puedan tener normatividades directas y especiales para sus territorios es necesario reconocer una serie de normas comunes, mínimas e indispensables para ejercer la actividad valuatoria, es por eso que para la comprensión de los métodos valuatorios descritos en este documento es indispensable tener referenciar las siguientes normas técnicas

- NTS S01 Bases para la determinación del valor de mercado.
- NTS S02 Bases para la determinación de los valores distintos del valor de mercado
- NTS S04 Código de conducta del valuador.
- GTS G02 Conceptos y principios de la valuación
- GN 6:2005 Valoración de empresas
- GN 8:2005 El enfoque del coste para los estados financieros (DRC)
- GN 9:2005 Análisis de descuento de flujos de efectivo para valuaciones basadas y no basadas en el mercado
- IVS:2005 Normas internaciones de valuación. Tipos de bienes

2.2 Términos y Definiciones

Las siguientes definiciones son específicas de este documento y se incluyen aquí para mayor información del lector.

- **Datos comparables:** Datos generalmente utilizados en un análisis de valuación para realizar estimaciones de valores. El termino se refiere a aquellos bienes que tienen características similares a las del bien objeto de valuación. Incluye precios de venta, rentas, ingresos y gastos, así como capitalización de mercado y tasas de descuento/rentabilidad.
- **Elementos de Comparación:** Características específicas de inmuebles y transacciones que provocan que los precios varíen. Se incluyen entre otros: cargas y gravámenes, cláusulas financieras, condiciones de venta, condiciones de mercado, ubicación, así como las características físicas y económicas.
- **Mayor y Mejor uso:** Uso más probable de un bien, físicamente posibles, justificado adecuadamente, permitido jurídicamente, financieramente viable y que da como resultado el mayor valor del activo valorado.

- **Mercado:** Ámbito en el que se intercambian materias primas, bienes elaborados y servicios entre compradores y vendedores a través de un mecanismo de establecimiento de precios.
- **Valor de Mercado:** Es la cuantía estimada por la que un bien podría intercambiarse en la fecha de la valuación, entre un comprador dispuesto a comprar y un vendedor dispuesto a vender, en una transacción libre tras una comercialización adecuada, en la que las partes hayan actuado con la información suficiente de manera prudente y sin coacción.
- **Derechos Reales:** Derechos relacionados con el dominio de un bien inmuebles. Incluyen los derechos a desarrollar o no en el terreno, arrendarlo, venderlo o donarlo, realizar sobre el labores agrícolas o mineras, alterar su topografía, subparcelarlo, concentrarlo, usarlo como vertedero de residuos, o a no ejercitar ninguno de estos derechos inherentes a la propiedad de un inmueble. Normalmente están sujetos a restricciones públicas o privadas tales como servidumbre cargas y gravámenes edificabilidad planeamiento y otras restricciones que pueden reducir el precio del bien.
- **Bien inmueble:** Terrenos y cualquier otra cosa que sea parte de los mismos, por ejemplo, árboles o mineras y cualquier otro elemento que les haya sido añadido por el ser humano, por ejemplo, edificios y mejoras. También se consideran bienes inmuebles todas las instalaciones permanentes tales como cañerías, sistemas de refrigeración o calefacción, cableado eléctrico, así como los elementos incorporados tales como los ascensores.
- **Propiedad Inmobiliaria:** Derechos reales o personales y beneficios relacionados con la propiedad de un bien inmuebles. En algunos países es un concepto jurídico distinto de bien inmuebles, que es el activo físico. Pueden existir limitaciones a la propiedad a través de cargas y gravámenes.
- **Unidades de Comparación:** Normalmente es un factor obtenido de dos componentes, que refleja diferencias precisas entre los bienes y facilita el análisis entre los tres enfoques o métodos del valor, por ejemplo, precio por metro cuadrado, o la razón entre el precio de venta del bien y su renta neta.
- **Enfoque o Método del Costo:** Uno de los enfoques o métodos de valuación comúnmente aplicados en la estimación del valor de mercado y en otras muchas situaciones de valuación. El costo de reposición depreciado es una aplicación del enfoque o método del costo, se utiliza para valorar activos especializados para la elaboración de estados financieros cuando la información del mercado es limitada

2.3 Resumen del proceso de valuación

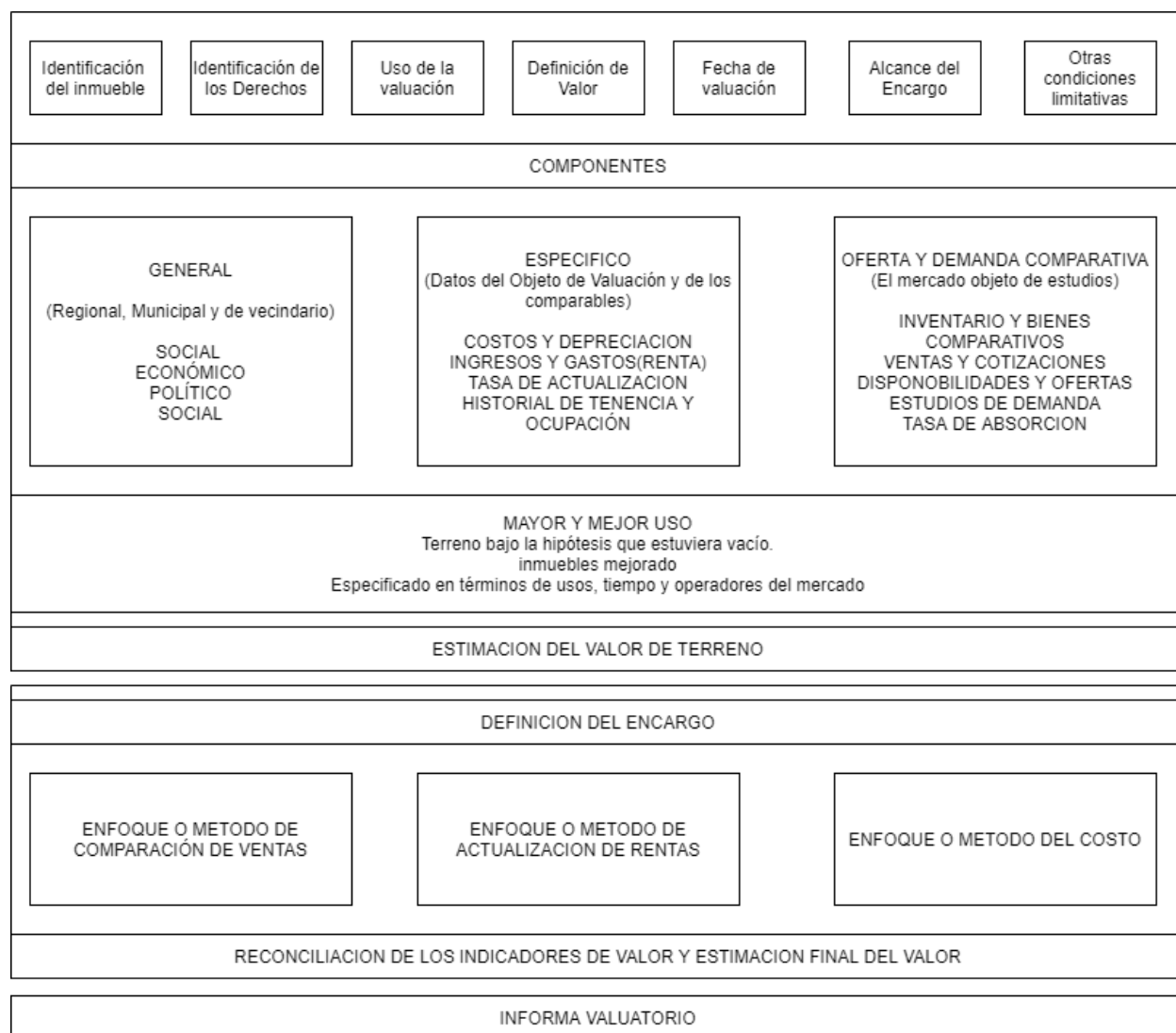


Ilustración 1 Proceso de valuación Bienes inmuebles

La ilustración 1 muestra el proceso valuatorio tal cual como se aplica en muchos países.

Dichos procesos reflejan los Principios de Valuación generalmente aceptados y es muy aproximado en casi todos los países, se sigan o no todos los pasos. Los

3. Métodos Valuatorios

3.1 Valoración puntual de bienes inmuebles en Colombia

3.1.1 Método de comparación o de mercado

Es la técnica que busca establecer el valor comercial del bien, a partir del estudio de las ofertas o transacciones recientes, de bienes semejantes y comparables del objeto de avalúo. Tales ofertas deben ser clasificadas, analizadas, e interpretadas para llegar a la estimación del valor comercial.

En este método es importante tener en cuenta que los predios a comparar sean lo más similares posible, en cuanto a ubicación, uso, destino, características físicas como si topografía, su forma, tamaño y capacidad portante del suelo cuando se tratan de lotes vacantes. Si el lote está ocupado por una construcción es relevante conocer que la misma este dentro de las normas urbanísticas y el terreno se esté utilizando óptimamente.

Por lo tanto, las ofertas o transacciones a tener en cuenta dentro del proceso de análisis deben de circunscribirse a aquellas que cumplan con las obligaciones normativas vigentes en el momento de elaborar un avalúo comercial. (Barrios González, 2009)

Cuando para la realización del avalúo se acuda a información de ofertas y/o transacciones, es necesario que en la presentación del avalúo se haga mención explícita del medio del cual se obtuvo la información y la fecha de publicación, además de otros factores que permitan su identificación posterior.

Para los inmuebles no sujetos al régimen de propiedad horizontal, el valor del terreno y la construcción deben ser analizados en forma independiente para cada uno de los datos obtenidos con sus correspondientes áreas y valores unitarios. Para los inmuebles sujetos al régimen de propiedad horizontal se debe presentar el valor por metro cuadrado de área privada de construcción.

Cuando para el avalúo se haya utilizado información de mercado de documentos escritos, estos deben ser verificados, confrontados y ajustados antes de ser utilizados en los cálculos estadísticos.

Se reitera que la encuesta solo se usará para comparar y en los eventos de no existir mercado. En los casos que existan datos de ofertas, de transacciones o de renta producto de la aplicación de los métodos valuatorios, la encuesta no podrá ser tenida en cuenta para la estimación del valor medio a asignar.

Para tal fin es necesario calcular medidas de tendencia central y la más usual es la media aritmética. Siempre que se acuda a medidas de tendencia central, es necesario calcular indicadores de dispersión tales como la varianza y el coeficiente de variación (Ver Capítulo De las Fórmulas Estadísticas).

Cuando el coeficiente de variación sea inferior: a más (+) o a menos (-) 7,5%, la media obtenida se podrá adoptar como el más probable valor asignable al bien.

Cuando el coeficiente de variación sea superior: a más (+) o a menos (-) 7,5%, no es conveniente utilizar la media obtenida y por el contrario es necesario reforzar el número de puntos de investigación con el fin de mejorar la representatividad del valor medio encontrado.

En caso de que el perito desee separarse del valor medio encontrado, deberá calcular el coeficiente de asimetría (ver Capítulo De las Fórmulas Estadísticas) para establecer hacia dónde tiende a desplazarse la información, pero no podrá sobrepasar el porcentaje encontrado en las medidas de dispersión.

Cuando las muestras obtenidas sean para hallar el valor de las construcciones y se quieran trabajar en un sistema de ajuste de regresión, será necesario que se haga por lo menos el ajuste para tres ecuaciones (ver Capítulo De las Fórmulas Estadísticas) y se tomará la más representativa del mercado.

Se debe verificar que los datos de áreas de terreno y construcción sean coherentes.

En los eventos en que sea posible, se deben tomar fotografías de los predios en oferta o de los que se ha obtenido datos de transacción para facilitar su posterior análisis. (IGAC, 2008)

3.1.2 Método de Capitalización de Rentas o Ingresos

Es la técnica valuatoria que busca establecer el valor comercial de un bien, a partir de las rentas o ingresos que se puedan obtener del mismo bien, o inmuebles semejantes y comparables por sus características físicas, de uso y ubicación, trayendo a valor presente la suma de los probables ingresos o rentas generadas en la vida remanente del bien objeto de avalúo, con una tasa de capitalización o interés. (IGAC, 2008)

Es necesario realizar la investigación de los contratos que regulen la posibilidad de generar rentas o ingresos, tales como los de arrendamiento, para bienes comparables y deben tenerse en cuenta aspectos tales como:

- Que dichos contratos tengan menos de un (1) año de suscritos.
- Que el canon de arrendamiento no sobrepase los topes legales.
- Que los montos relacionados con el pago de servicios públicos y las cuotas de administración, no se incluyan en el cálculo correspondiente para la aplicación del método.
- Los arrendamientos a comparar deben referirse a inmuebles que tengan rentas de acuerdo con la norma de uso del terreno o de las construcciones.

- Las rentas a tener en cuenta para el cálculo del valor comercial de la propiedad deben estar asociadas exclusivamente al inmueble y no a la rentabilidad de la actividad económica que en él se realiza.
- La tasa de capitalización (i) utilizada en este método debe proceder de la relación calculada entre el canon de renta y el valor comercial de las propiedades similares al inmueble objeto de avalúo, en función del uso o usos existentes en el predio y de localización comparable.

3.1.3 Método de Costo de Reposición

Es el que busca establecer el valor comercial del bien objeto de avalúo a partir de estimar el costo total de la construcción a precios de hoy, un bien semejante al del objeto de avalúo, y restarle la depreciación acumulada. Al valor así obtenido se le debe adicionar el valor correspondiente al terreno. Para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$V_c = \{C_t - D\} + V_t$$

En donde:

V_c = Valor comercial

C_t = Costo total de la construcción

D = Depreciación

V_t = Valor del terreno.

En desarrollo de este método se debe entender por costo total de la construcción la suma de los costos directos, costos indirectos, los financieros y los de gerencia del proyecto, en que debe incurrirse para la realización de la obra. Después de calculados los volúmenes y unidades requeridos para la construcción, se debe tener especial atención con los costos propios del sitio donde se localiza el inmueble.

Al valor definido como costo total se le debe aplicar la depreciación.

Este método se debe usar en caso de que el bien objeto de avalúo no cuente con bienes comparables por su naturaleza (colegios, hospitales, estadios, etc.) o por la inexistencia de datos de mercado (ofertas o transacciones) y corresponda a una propiedad no sujeta al régimen de propiedad horizontal.

Para depreciar los equipos especiales que posea el bien, se emplea el método lineal, tomando en cuenta la vida remanente en proporción a la vida útil establecida por el fabricante. (IGAC, 2008)

3.1.4 Método o Técnica Residual

Es el que busca establecer el valor comercial del bien, normalmente para el terreno, a partir de estimar el monto total de las ventas de un proyecto de construcción, acorde con la reglamentación

urbanística vigente y de conformidad con el mercado del bien final vendible, en el terreno objeto de avalúo.

Para encontrar el valor total del terreno se debe descontar, al monto total de las ventas proyectadas, los costos totales y la utilidad esperada del proyecto constructivo. Es indispensable que además de la factibilidad técnica y jurídica se evalúe la factibilidad comercial del proyecto, es decir la real posibilidad de vender lo proyectado.

Este método (técnica) debe desarrollarse bajo el principio de mayor y mejor uso, según el cual el valor de un inmueble susceptible de ser dedicado a diferentes usos será el que resulte de destinarlo, dentro de las posibilidades legales y físicas, al económicamente más rentable, o si es susceptible de ser construido con distintas intensidades edificatorias, será el que resulte de construirlo, dentro de las posibilidades legales y físicas, con la combinación de intensidades que permita obtener la mayor rentabilidad, según las condiciones de mercado.

En desarrollo de este método (técnica), se debe tener en cuenta:

Para el cálculo de ventas totales, se debe analizar el tipo de producto que por efectos del principio de mayor y mejor uso se pueda dar sobre el predio, para lo cual se deben referenciar las ofertas de inmuebles comparables y semejantes al proyecto planteado, así como las características de áreas, valores de venta, elementos del proyecto, entre otros que este tenga.

El costo total es la suma del costo de urbanismo asociado al proyecto y/o plan parcial y el costo de la construcción siendo este la suma de los costos directos, costos indirectos, los financieros y los de gerencia del proyecto, teniendo en cuenta los volúmenes y unidades requeridas para el proyecto planteado.

El costo de urbanismo se establece como la suma de los costos para habilitar el suelo a usos específicos e incluye las cargas asociadas a su desarrollo.

La utilidad esperada debe ser concordante con los usos y su estratificación, ubicación espacial, especificaciones del tipo de proyecto que sobre el predio se plantee, teniendo en cuenta las condiciones de renta fija presentes en el momento del cálculo, así como la tasa interna de retorno y que el valor presente de este proyecto sea como mínimo igual a cero.

El valor resultante de esta técnica es el valor total del inmueble, es decir, del valor del terreno y del valor de la construcción sobre él edificada, por lo tanto, al valor obtenido no se debe agregar el valor de la construcción.

Cuando se requiera presentar en el avalúo de forma independiente, tanto el valor del terreno como el de la construcción, se deberá hacer de la siguiente forma: calcular por el método de reposición el valor de la construcción y descontarla al valor total del inmueble.

Para la estimación del precio de un terreno en bruto, cuando por las condiciones del mercado no se pueda estimar directamente, se calculará partiendo del valor del terreno urbanizado, y se aplicará la siguiente fórmula:

En donde:

% AU Porcentaje área útil.

Vtu Valor del terreno urbanizado.

g Ganancia por la acción de urbanizar.

Cu Costos de urbanismo.

(Debe incluir los costos financieros y no solo los de obra).

Por porcentaje de área útil se entiende el resultado de dividir el área útil de cada predio, por el área total de cada predio o predios sujetos a plan parcial; al tenor de lo establecido en el Decreto 2181 de 2006.

Es necesario tener en cuenta que las obras de urbanismo guarden relación con el tipo de proyecto que la norma determine. (IGAC, 2008)

3.2 Valoración Masiva de bienes inmuebles en Colombia

3.2.1 El Avalúo Catastral en Colombia

3.2.1.1 Normatividad que rige los avalúos catastrales en Colombia

3.2.1.2 Metodología de Zonas Homogéneas Geoeconómicas

3.3 Valoración de Inmuebles en Argentina

3.3.1 Valuación de Mejoras

3.3.1.1 Método de Costo

3.3.1.2 Método por Modelos

3.3.2 Valuación Masiva

3.3.3 Valuación Parcelaria

3.3.3.1 Valuación Parcelaria Urbana

3.3.3.2 Valuación Parcelaria Rural

4. Modelos Valuatorios Aplicados

4.1 Modelo de Precios Hedónicos

La Teoría de Precios Hedónicos constituye un significativo avance metodológico en la modelación de mercados implícitos por atributos, proporcionando técnicas econométricas para la obtención de precios y demandas implícitas a partir de la medición del precio del bien compuesto y de la forma en que se efectúa la "mezcla" de atributos que lo compone.

La aplicación de las teorías hedónicas se remonta al estudio realizado por Ridker y Henning en 1967, quienes analizaron para St. Louis, Estados Unidos, el efecto de la contaminación del aire sobre el precio de mercado de las viviendas, así como de otras características propias de los inmuebles y su vecindario.

Posteriormente, S. Rosen (1974) enunció formalmente un modelo de precios hedónicos en dos etapas para obtener precios (primera etapa) y demandas (segunda etapa) implícitas para cada atributo o característica.

El valor de un bien raíz no sólo está determinado por sus características estrictamente residenciales, comerciales o industriales, sino también por los complejos procesos de inversión, especulación y arbitraje que tienen lugar con el crecimiento y desarrollo urbano de las ciudades, con la congestión de las áreas urbanas inducida por el mayor poblamiento y el crecimiento de la edificación, y con las políticas de regulación urbana que implementa la autoridad, entre otros.

La Teoría de Precios Hedónicos pretende explicar el valor de un bien raíz, entendido como un conjunto de atributos (superficie, aptitud de uso del suelo, calidad de la construcción, diseño interior y exterior, áreas verdes, ubicación, características del vecindario, etc.), en función de cada uno de ellos, obteniendo sus respectivas valoraciones y, por ende, demandas implícitas. En otras palabras, la teoría permite identificar la importancia relativa de cada atributo en el valor asignado por el mercado a un bien raíz, mediante lo cual es posible determinar cómo cambiará dicho valor al variar la cantidad y calidad en que se encuentra presente cada uno de estos atributos, y consecuentemente, predecir precios.

La metodología utilizada consiste en construir un modelo econométrico que explice la relación funcional entre el precio del bien raíz y sus respectivas características, dotarlo de información estadística y regresarlo, procesando luego los resultados de manera de estimar la valoración implícita por cada atributo.

4.1.1 Modelo aplicado de precios Hedónicos

Por Revista ingeniería de construcción, Análisis de precios hedónicos de viviendas. S. Poeta-T. Gerhardt-M. Stumpf Gonzalez

El objetivo del estudio es presentar modelos de precios hedónicos para el mercado de la vivienda en Lajeado y Montenegro, dos ciudades medianas ubicadas en el sur de Brasil. Este tipo de modelo de precios se puede utilizar, por ejemplo, en valoraciones de impuestos, que tienen como objetivo calcular los impuestos a la propiedad, los impuestos a las ventas y los impuestos a las ganancias de capital. Para construir los modelos, es necesario demarcar el área del mercado que se explorará, definir las variables que se incluirán en el modelo, obtener una muestra de datos confiable y de buen tamaño y tratar los datos mediante análisis estadísticos (Appraisal Institute 2001). En general, las ciudades pequeñas y medianas aún no han adoptado modelos basados en regresión para la valoración, en parte porque tienen la reputación de necesitar una construcción de ecuaciones difíciles. Es importante demostrar que se puede desarrollar modelos de precios simples, sin tener gran personal o costos elevados para recopilar y analizar datos.

Una característica relevante del mercado es la heterogeneidad inmobiliaria. Esto lo hace más difícil o impide la comparación directa de sus unidades y sugiere el uso de modelos para calcular el precio. La valoración de la propiedad se desarrolla con diferentes métodos, donde el método comparativo, basado en el análisis de regresión, se ha considerado una opción porque permite una buena precisión y objetividad (Appraisal Institute 2001) (Pagourtzi et al. 2003).

En este contexto, una propiedad inmobiliaria es un "bien compuesto" descrito por un conjunto de atributos. El modelo creado trata de relacionar el precio con estos atributos. La estimación del modelo, basada en datos, genera una ecuación donde los coeficientes se denominan precios hedónicos (o precios implícitos, porque la identificación de los precios para cada atributo se realiza de manera indirecta).

Hay una larga utilización de estos modelos que se describen en la literatura, con el objetivo de estimar los precios u observar los efectos de un atributo en particular. Algunos autores presentan encuestas de investigación en el sector, como (Ball 1973), (Smith et al. 1988), (Boyle y Kiel 2001), (Din et al. 2001) y (Malpezzi 2002). Analizando los modelos citados, percibimos una larga variación en el formato y los componentes de los modelos. Sin embargo, ciertas características básicas pueden verificarse y agruparse en tres grupos principales que representan atributos de la propia construcción (elementos físicos), la ubicación y el momento de la transacción. Los atributos físicos están relacionados con el tamaño (superficie total, número de habitaciones, baños y garajes), el estándar de construcción, el diseño, la tecnología y la forma de construir, entre otros. Los aspectos de la ubicación representan las condiciones de calidad y accesibilidad del barrio. A su vez, el vecindario está relacionado con la presencia de servicios públicos, nivel de criminalidad, nivel de educación, e ingresos de las personas que viven en el área. La accesibilidad se refiere a la distancia o tiempo de acceso a los lugares que son importantes para la sociedad. Finalmente, la información

sobre las condiciones de la transacción, como el método de pago y el momento de la venta, también puede afectar los precios.

4.1.1.1 Metodología

4.1.1.2 Criterios adoptados

Para construir modelos de precios, deben ser recogidos datos en el sector de interés, generando los modelos correspondientes a través de análisis de regresión. El análisis de regresión es una técnica dirigida a asociar variables independientes con una variable dependiente (el precio practicado por el mercado) a través de una ecuación. El objetivo es desarrollar un modelo numérico. Una función de precios hedónicos puede ser propuesta en la forma general presentada en la (Ecuación 1):

$$\text{Price} = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \dots + \alpha_k X_k + \varepsilon \quad (1)$$

Donde x_1, \dots, x_k son los atributos; $(1, \dots, k)$ son los coeficientes de la ecuación que representan la importancia relativa de cada uno de los atributos en la explicación de la variable dependiente (son los precios implícitos); (0) es el intercepto de la ecuación y ε es el término de error.

El análisis estadístico indica cuales son las variables que deben permanecer en el modelo y su importancia para la explicación del precio. Existen varias condiciones (presupuestos de la regresión) que deben ser verificadas para garantizar la calidad del modelo generado. Entre ellas, se debe analizar presencia de homocedasticidad, normalidad de los errores y linealidad de la relación en la (Ecuación 1), bien como ausencia de multicolinealidad y de valores atípicos (outliers). Los testes que deben ser realizados son el análisis de varianza del modelo utilizando la estadística F de Fisher-Snedecor y el test de significancia de las variables a través de la estadística t de Student. El poder de explicación del modelo puede ser examinado a través del coeficiente de determinación ajustado (R^2_a).

En vista del posible uso de los modelos estudiados en la tributación inmobiliaria, se adoptó como límites de referencia para el análisis estadístico los requisitos convencionales encontrados en la literatura. La variancia fue probada con el nivel de significancia de 1%. Las variables fueron analizadas en el nivel de significancia de 5%.

4.1.1.3 Recolección de datos y desarrollo de los modelos

4.1.1.4 Lajeado

Lajeado es un municipio situado a 117 km de Porto Alegre, capital del estado de Rio Grande do Sul, en el sur de Brasil. Este municipio tiene 71.445 habitantes, de acuerdo al Censo brasileño de 2010, siendo que 99.6% de esos residen en el sector urbano (Lajeado 2015). El municipio forma parte de la región del Vale del Rio Taquari, la cual contiene 36 municipios. Los datos consisten de viviendas de uno o dos niveles, y fueron obtenidos en inmobiliarias de la ciudad y reportes de

evalúos realizados por valuadores independientes contratados por la Caixa Económica Federal (banco público brasileiro con fuerte actuación en financiamiento inmobiliario, en especial en los sectores de la población con ingresos bajos y medios) para estudio de financiamientos 2. El municipio de Lajeado tiene 27 barrios. De ese, la región en estudio incluye 15 barrios. Fueron recolectados 119 datos del mercado local.

4.1.1.5 Montenegro

Montenegro se encuentra en la Región Metropolitana de Porto Alegre y está a 55 km de la capital. La ciudad está ubicada en el valle del río Cai, y la región tiene 20 ciudades de tamaño similar. Tiene una población de 59,415, según el Censo 2010 (Montenegro, 2010). Los datos se obtuvieron de agentes inmobiliarios locales y se consultó también a los profesionales que realizan evaluaciones para la Caixa Económica Federal. Los datos están distribuidos en 22 de los 24 barrios de la ciudad. Los modelos hedónicos fueron construidos utilizando 232 datos de ventas de casas.

4.1.1.6 Variables estudiadas

El precio de la propiedad fue la variable dependiente definida para el estudio. Se identificaron diez (10) variables basándose en los datos recopilados de las propiedades en sí, y se probaron mediante análisis estadístico (Tabla 1). Los modelos resultantes presentaron parte de estas variables, como se indica a continuación.

Tabla 1 Variables testadas en el modelo.

Variables	Significado
Precio	Precio de venta o de avaluación del inmueble, convertido en dólares
Área de la vivienda	Superficie construida en metros cuadrados (m ²)
Habitaciones	Número de habitaciones (de 1 hasta 4)
Estándar de construcción	Pésimo=1; ruín=2; regular=3; bueno=4; muy bueno=5; óptimo=6
Estado de conservación	Pésimo=1; ruín=2; regular=3; bueno=4; muy bueno=5; óptimo=6
Área del terreno	Superficie del terreno en metros cuadrados (m ²)
Barrio	Ruín=1; regular=2; bueno=3; muy bueno=4; óptimo=5
Tipo de información	Transacción o avaluación = 1; Anuncio u oferta de venta = 2
Data de la venda	Año de la transacción
Infraestructura	Existencia de pavimentación, red de agua, colecta de aguas residuales, colecta de basuras, red eléctrica (suma, de 1 hasta 5)
Servicios urbanos	Existencia de transporte colectivo, escuela, puesto de salud o hospital (suma, de 1 hasta 3)

Las variables de Estándar de Construcción, Estado de Preservación y Vecindad fueron estimadas por una evaluación cualitativa de los investigadores, en el sitio. La infraestructura y los servicios urbanos son variables que indican el número de elementos considerados que estaban disponibles en las propiedades en el momento de la venta o tasación. En relación con los servicios urbanos, se consideró un radio de 0,5 km alrededor de la propiedad para verificar la oferta de estos elementos. Las otras variables se obtuvieron directamente de las fuentes de datos. Para ambas ciudades, la recolección de datos fue llevada a cabo por un investigador a tiempo parcial y tomó aproximadamente dos meses. Después de verificar los datos, el análisis de los modelos se realizó en una semana.

4.1.1.7 Resultados y Discusión

Los modelos probados siguen el formato básico presentado en (Ecuación 1). La hipótesis de validación para el modelo se probó con un análisis de varianza a través de la prueba F y la importancia de las variables se analizó con la prueba t de Student. Los resultados obtenidos para el modelo se muestran en (Tabla 2) y (Tabla 3).

4.1.1.8 Lajeado

Se exploraron diferentes modelos, con diferentes configuraciones en términos de formatos numéricos y variables incluidas. Aquí presentamos los resultados para el modelo estadístico con la mejor bondad de ajuste. El coeficiente encontrado para el modelo es $R^2_a = 0.938$, lo que indica que el modelo explica alrededor del 94% de la variabilidad de los precios inmobiliarios debido a las variaciones de las variables independientes seleccionadas. El parámetro de la prueba F de Fisher-Snedecor fue $F = 285.279$, con $p = 4.58 \times 10^{-58}$, que excede los requisitos y rechaza la hipótesis de una relación lineal inexistente, es decir, la ecuación de regresión puede aceptarse, lo que indica una buena Calidad del modelo. Los coeficientes y la importancia individual de las variables independientes que alcanzaron el nivel especificado se muestran en (Tabla 2). Las variables restantes (Tabla 1) se probaron, pero no alcanzaron el nivel del 5%.

Tabla 2 Coeficientes y significancia de las variables - Modelo estimado para Lajeado

Variables	Coeficiente	Error estándar	t	Significancia (%)
Constante	-13,029.75	3,254.58	-4.00	0.011
Área de la vivienda	304.89	17.40	17.52	7.12×10^{-34}
Habitaciones	6,288.45	1,621.02	3.88	0.018
Estado de conservación	1,155.06	394.63	2.93	0.415
Barrio	2,041.53	538.60	3.79	0.024

Se puede concluir que las variables del área de superficie de la casa, habitaciones, estado de conservación y vecindario son aceptables para construir el modelo. El modelo alcanzó los valores mínimos recomendados en la prueba t y la prueba F, lo que indica que es un modelo de buena calidad y que las variables explicativas seleccionadas influyen en los precios de las propiedades. Se analizaron los supuestos de regresión y no se informaron problemas. Sobre la base de los resultados obtenidos en el análisis de regresión, se puede concluir que es adecuado para el conjunto de datos recopilados. Los valores calculados permiten la (Ecuación 2), interpretada como un modelo de regresión lineal que se ajusta para determinar el valor de una casa en la ciudad de Lajeado (según los límites de los datos recopilados).

$$\text{Precio} = -13,029.75 + 304,89 \cdot \text{Área de la vivienda} + 6,288.45 \cdot \text{Habitaciones} + 1,155.06 \cdot \text{Estado de conservación} + 2,041.53 \cdot \text{Barrio} \quad (2)$$

El signo del coeficiente de cada variable indica si el precio tiende a aumentar o disminuir en función de la variación de esa variable. El coeficiente positivo del área de superficie variable de la casa significa que el precio tiende a aumentar en US \$ 304.89 a medida que el área de superficie aumenta en 1 m², donde el resto permanece constante. Asimismo, la variación probable de precio entre dos propiedades similares, con solo una diferencia en el número de habitaciones, es de aproximadamente US \$ 6,300 por cada habitación adicional.

4.1.1.9 Montenegro

De la misma manera que en el caso de Lajeado, se exploraron diferentes modelos para el mercado de Montenegro y se presentan los resultados para el modelo estadístico con la mejor bondad de ajuste. El coeficiente encontrado para el modelo es $R^2_a = 0.926$, lo que indica una explicación de casi el 93% con respecto a la variación de los precios de las propiedades, debido al comportamiento de las variables independientes incluidas en el modelo. La prueba de varianza presentó una $F_{\text{calc}} = 399.794$ con una $p = 5.33 \cdot 10^{-117}$, lo que permitió concluir que el nivel de error es muy bajo. La importancia de las variables independientes del modelo, estadísticamente probadas con la prueba t de Student, confirmó la aceptación de las variables (Tabla 3).

Tabla 3 Coeficientes y significancia de las variables - Modelo estimado para Montenegro

Variables	Coeficiente	Error estándar	t	Significancia (%)
Constante	-64,580.99	4,713.53	-13.70	$1.79 \cdot 10^{-31}$
Área de la vivienda	348.83	18.31	19.05	$7.91 \cdot 10^{-49}$
Habitaciones	3,805.43	1,753.37	2.17	3.103
Estándar de construcción	7,807.67	1,375.57	5.68	$4.23 \cdot 10^{-8}$
Estado de conservación	5,844.61	1,135.72	5.15	$5.79 \cdot 10^{-7}$
Área del terreno	35.83	4.39	8.16	$2.34 \cdot 10^{-14}$
Barrio	8,625.20	836.47	10.31	$1.15 \cdot 10^{-20}$

El modelo presentado también es aceptable, ya que muestra un buen resultado en el análisis estadístico y alcanza los límites propuestos. Todas las variables están ajustadas para los modelos de evaluación, de acuerdo con los límites elegidos. Se analizaron los supuestos de regresión y no se detectaron problemas estadísticos. La (Ecuación 3) se refiere al modelo para propiedades en Montenegro.

$$\text{Precio} = -64,580.99 + 348.83 \cdot \text{Área de la vivienda} + 3,805.43 \cdot \text{Habitaciones} + 7,807.67 \cdot \text{Estándar de construcción} + 5,844.61 \cdot \text{Estado de conservación} + 35.83 \cdot \text{Área del terreno} + 8,625.20 \cdot \text{Barrio} \quad (3)$$

Las variables muestran resultados que son consistentes con los esperados en términos de su contribución al proceso de fijación de precios y su importancia relativa. Por ejemplo, la relevancia del área de superficie de la casa se refleja en el coeficiente que indica una variación de casi US \$ 350 por metro cuadrado.

4.1.1.10 Discusión y Consideraciones Finales

El estudio recopiló datos de bienes raíces de dos ciudades brasileñas y utilizó la inferencia estadística para construir modelos hedónicos. Los dos modelos de regresión propuestos se analizaron para verificar sus suposiciones básicas, pruebas de significación y poder explicativo de cada modelo, de manera convencional.

Los modelos siguieron las especificaciones tradicionales en el estudio de los modelos hedónicos, de acuerdo con la literatura consultada. Ambos modelos obtuvieron un buen grado explicativo de los precios (R^2 de 94% para Lajeado y 93% para Montenegro), donde los modelos superaron con mucho los valores mínimos en la prueba F ($p_{\text{Lajeado}} = 4.58 \cdot 10^{-58}$ y $p_{\text{Montenegro}} = 5.33 \cdot 10^{-117}$). Además, todas las variables involucradas en el modelo tienen un significado inferior al 5% (en realidad, solo una está por encima del 1%). Esto indica que los modelos tienen

relaciones de buena calidad con los datos recopilados. Además, el análisis de los supuestos de regresión no presentó ningún problema.

Al comparar los coeficientes de (Ecuación 2) y (Ecuación 3), se verifica que el conjunto de variables incluidas en el modelo final no es el mismo. Algunos atributos se repiten, pero con un nivel diferente de participación. Por ejemplo, aunque la influencia del área de superficie de la casa es similar (US \$ 304.89 en Lajeado y US \$ 348.75 en Montenegro), hay variaciones importantes en otras variables. En cuanto al número de habitaciones, la diferencia es de casi US \$ 2,500 más en Lajeado. La influencia del vecindario en los precios es cuatro veces mayor en Montenegro. Estas diferencias son comunes y reflejan el comportamiento diferente de la población que compra propiedades en cada una de las ciudades. Parte de la diferencia en el factor Barrio también se puede atribuir a diferentes criterios utilizados para calificar las regiones de cada ciudad. La intención era mantener los criterios, pero el conocimiento más o menos detallado sobre cada localidad puede afectar la medición. Los resultados refuerzan la necesidad de estimar modelos específicos para cada ciudad y evitar la reproducción de estudios o modelos realizados en otras localidades. Por otro lado, se puede observar que los modelos se estimaron para una evaluación adecuada, con relativa facilidad. Los modelos fueron desarrollados por dos profesionales a tiempo parciales durante unas pocas semanas. La referencia espacial es 15 de 27 barrios en Lajeado (55%) y 22 de 24 barrios en Montenegro (92%). En el caso de Montenegro, casi toda la ciudad podría evaluarse con (Ecuación 3). En un caso real, se necesitarían otros modelos para evaluar terrenos, apartamentos y propiedades comerciales.

A través de la elaboración de modelos de desempeño estadístico satisfactorio, fue posible estimar el comportamiento de los precios de residencias en estas ciudades. De acuerdo a esto, el trabajo contribuye a esclarecer y ejemplificar el proceso apuntando a la utilización en los municipios pequeños y medianos.

5. Bibliografía

Allen, M. T., Austin, G. W. y Swaleheen, M. (2015). Measuring Highway Impacts on House Prices Using Spatial Regression. *Journal of Sustainable Real Estate*, 7(1), 83-98. <http://aresjournals.org/doi/abs/10.5555/1949-8276-7.1.83>

Appraisal Institute (2001). *The Appraisal of Real Estate*, 12th ed, Chicago: Appraisal Institute.

Balchin, P. N., Kieve, J.L. (1986). *Urban land economics*. 3rd ed. London: McMillan.

Ball, M. J. (1973). Recent empirical work on the determinants of relative house prices. *Urban Studies*, 10(2): 213-233, doi: 10.1080/00420987320080311

Bartik, T. J., Smith, V. K. (1987). Urban amenities and public policy. In: E. S. Mills (ed). Handbook of regional and urban economics, v.2 (Urban economics), Amsterdam: Elsevier, c.31: 1207-1254. (disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574008087800172>)

Boyle, M. A., Kiel, K. A. (2001). A survey of house price hedonic studies of the impact of environmental externalities. *Journal of Real Estate Literature*, 9 (2): 117-144. (disponible en <http://ares.metapress.com/content/23u082061q53qpm3/>)

Braga, L. F. y Alves, T. W. (2015). Valuation of properties in Rio Grande do Sul: An analysis from spatial regression. *A Economia em Revista-AERE*, v. 22, n. 1, p. 85-111, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/aere.v22i1.24430>

Cohen, J. P., Cromley, R. G., y Banach, K. T. (2015). Are homes near water bodies and wetlands worth more or less? An analysis of housing prices in one Connecticut town. *Growth and Change*, 46 (1), 114-132. DOI: 10.1111/grow.12073

Delfino, V. S'A. y Zancan, E. C. (2013). Modelo de regressão múltipla para avaliação de apartamentos na cidade de Torres, RS. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Criciúma, Brasil. <http://repositorio.unesc.net/handle/1/1732>

Din, A., Hoesli, M., Bender, A. (2001). Environmental variables and real estate prices. *Urban Studies*, 38(11): 1989-2000. (disponible en <http://usj.sagepub.com/content/38/11/1989.short>)

Goodman, A. C. (1978). Hedonic prices, price indices and housing markets. *Journal of Urban Economics*, 5(4): 471-484. doi:10.1016/0094-1190(78)90004-9

Griliches, Z. (1971). Price indexes and quality change. Cambridge: Harvard University Press. (disponible en <http://www.nber.org/chapters/c6492.pdf>)

Harvey, J. (1996). *Urban land economics*. 4th ed. London: Macmillan.

Helbich, M., Brunauer, W., Vaz, E., Nijkamp, P. (2013). Spatial heterogeneity in hedonic house price models: The case of Austria. *Urban Studies*, 51: 390-411.. doi:10.1177/0042098013492234 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2016.07.001>

Lancaster, K. J. (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, 74(2): 132-157. (Disponible en <http://www.jstor.org/stable/1828835>)

Li, H., Wei, Y. D., Yu, Z., y Tian, G. (2016). Amenity, accessibility and housing values in metropolitan USA: A study of Salt Lake County, Utah. *Cities*, 59, 113-125.

Li, W., Joh, K., Lee, C., Kim, J.-H., Park, H. y Woo, A. (2015). Assessing benefits of neighborhood walkability to single-family property values a spatial hedonic study in Austin, Texas. *Journal of Planning Education and Research*, v. 35, n. 4, p. 471-488, 2015. doi:10.1177/0265813516663932 [Links]

Malpezzi, S. (2002). Hedonic pricing models: A selective and applied review. Madison: The Center for Urban Land Economics Research, University of Wisconsin. (Disponible en <http://down.cenet.org.cn/upfile/49/20072137445140.pdf>)

Núñez Cerda, F.; Surhoff, R. S. (2002). Estimación de un modelo hedónico para conjuntos de viviendas nuevas. *Revista Ingeniería Industrial*, 1(1): 15-26. (disponible en <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/download/160/151>)

Pagourtzi, E., Assimakopoulos, V., Hatzichristos, T., French, N. (2003). Real estate appraisal: A review of valuation methods, *Journal of Property Investment and Finance*, 21(4): 383-401. <http://dx.doi.org/10.1108/14635780310483656>

Palagi, S., Patzlaff, J., Stumpf, M., Kern, A. (2014). Análisis del impacto de las inundaciones en el valor de las propiedades inmobiliarias en la ciudad de Lajeado, Brasil: Estudio de caso de viviendas unifamiliares. *Revista Ingeniería de Construcción*, 29(1): 87-97. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000100006>

Prefeitura de Lajeado (2015). Prefeitura Municipal. Demografia e Bairros. (Disponível en: http://www.lajeado.rs.gov.br/?titulo=Lajeado&template=conteudo&categoria=931&codigoCategoria=931&idConteudo=2952&tipoConteudo=INCLUDE_MOSTRA_CONTEUDO. Acessado em dezembro de 2015.)

Prefeitura Montenegro (2010). Prefeitura Municipal. Localização. (Disponível en: http://www.montenegro.rs.gov.br/?titulo=Munic%EDpio&template=conteudo&categoria=503&codigoCategoria=503&idConteudo=1979&tipoConteudo=INCLUDE_MOSTRA_CONTEUDO).

Ramírez Ospina, D. E. R., Giraldo, L. V. (2013). Valoración hedónica de la vivienda: Una aplicación con variables ambientales. *Apuntes del CENES*, 32(56): 139-174. (Disponível en <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4737587.pdf>)

Robinson, R. (1979). *Housing economics and public policy*. London: MacMillan.

Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 82(1): 34-55. (disponible en <http://www.jstor.org/discover/10.2307/1830899?uid=3737664&uid=2&uid=4&sid=21101085970213>)

Sander, H. A., Haight, R. G. (2012). Estimating the economic value of cultural ecosystem services in an urbanizing area using hedonic pricing. *Journal of environmental management*, 113: 194-205. doi:10.1016/j.jenvman.2012.08.031

Saphores, J.-D., Li, W. (2012). Estimating the value of urban green areas: A hedonic pricing analysis of the single family housing market in Los Angeles, CA. *Landscape and Urban Planning*, 104(3): 373-387. doi:10.1016/j.landurbplan.2011.11.012

Sheppard, S. (1999). Hedonic analysis of housing markets, In: Cheshire, P. C. y Mills, E. S. (eds.), *Handbook of applied urban economics*, v.3, chap.41, 1595-1635. New York: Elsevier. (Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574008099800108>)

Sirmans, S., Macpherson, D., Zietz, E. (2005). The composition of hedonic pricing models. *Journal of Real Estate Literature*, 13(1): 1-44. <http://aresjournals.org/doi/abs/10.5555/reli.13.1.j03673877172w0w2>

Smith, L.B., Rosen, K.T., Fallis, G. (1988). Recent development in economic models of housing markets, *Journal of Economic Literature*, 26, 29-64. (disponible en <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2726608?uid=3737664&uid=2&uid=4&sid=21101085970213>).

Swoboda, A., Nega, T., y Timm, M. (2015). Hedonic analysis over time and space: the case of house prices and traffic noise. *Journal of Regional Science*, 55(4), 644-670. DOI: 10.1111/jors.12187

Welch, T. F., Gehrke, S. R., y Wang, F. (2016). Long-term impact of network access to bike facilities and public transit stations on housing sales prices in Portland, Oregon. *Journal of Transport Geography*, 54, 264-272. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.016>