

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

**DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS Y EL
DESARROLLO SUSTENTABLE**



**“VALORIZACIÓN ECONÓMICA DE ÁREAS VERDES EN LA
CIUDAD DE LA PAZ, BOLIVIA”**

Presentada por:

RAFAEL FERNANDO VIDAURRE CLADERA

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE *DOCTORIS PHILOSOPHIAE*
EN ECONOMIA DE LOS RECURSOS Y EL DESARROLLO
SUSTENTABLE**

Lima-Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS
NATURALES Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE**

**“VALORIZACIÓN ECONÓMICA DE ÁREAS VERDES EN LA
CIUDAD DE LA PAZ, BOLIVIA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
Doctoris Philosophiae (Ph.D.)**

Presentada por:

RAFAEL FERNANDO VIDAURRE CLADERA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Waldemar Mercado Curi
PRESIDENTE

Ph.D. Jorge Alarcón Novoa
PATROCINADOR

Dr. Roger Loyola Gonzáles
MIEMBRO

Dr. Luis Jiménez Díaz
MIEMBRO

Dr. Sazcha Marcelo Olivera Villaroel
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres que con su ejemplo de trabajo y perseverancia me mostraron el camino a seguir.

A mi esposa y mis hijas por su constante apoyo y paciencia para alcanzar el objetivo propuesto.

Agradecimientos

A los Dres. Waldemar Mercado, Jorge Alarcón y Marcelo Olivera por su total y desinteresado apoyo en este proceso.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	4
2.1.	Valoración económica de áreas verdes urbanas.....	4
2.2.	Precios hedónicos y demandas implícitas por atributos de viviendas.....	15
2.3.	Los beneficios de las áreas verdes urbanas.....	27
2.3.1.	Beneficios ambientales.....	27
2.3.2.	Beneficios materiales.....	30
2.3.3.	Beneficios sociales.....	30
2.4.	Las áreas verdes urbanas en la ciudad de La Paz.....	31
2.4.1.	Antecedentes.....	31
2.4.2.	El contexto.....	32
2.4.3.	Aspectos generales de las áreas verdes.....	33
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1.	Método de precios hedónicos (MPH).....	39
3.1.1.	La metodología.....	40
3.1.2.	Estimación de la función de precios hedónicos.....	47
3.2.	Contraparte empírica del modelo teórico.....	50
3.2.1.	Recolección de datos, fuentes y tamaño de muestra.....	52
3.2.2.	Breve análisis descriptivo de las variables.....	53
3.2.3.	Especificación del modelo.....	56
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
4.1.	Estimación y análisis de resultados.....	59
4.2.	Estimación del efecto marginal y la elasticidad de la función de precios hedónicos.....	64
4.3.	Derivación de la demanda implícita por áreas verdes y estimación de la disponibilidad a pagar.....	65
4.4.	Implicaciones de política pública de los resultados obtenidos.....	66
4.4.1.	Disponibilidad total a pagar.....	66
4.4.2.	Beneficio privado e inversión pública del Gobierno Municipal de La Paz.....	66
4.4.3.	Incorporación del valor económico de las áreas verdes como medida de política pública.....	68
4.5.	Limitaciones del estudio.....	69
V.	CONCLUSIONES.....	70

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
VIII. ANEXOS	78
ANEXO 1 - Descripción de las áreas verdes de la ciudad de La Paz	78
ANEXO 2 – TABLAS.....	85
ANEXO 3 – ESTIMACIÓN DEL MODELO	92
ANEXO 4 – TESTS.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 : ÁREAS VERDES URBANAS DE LA CIUDAD DE LA PAZ.....	34
FIGURA 2 : ÁREAS VERDES URBANAS DE LA CIUDAD DE LA PAZ.....	34
FIGURA 3: SUPERFICIE VS UNIDADES DE VEGETACIÓN - ÁREAS VERDES URBANAS DE LA CIUDAD DE LA PAZ.....	35
FIGURA 4 : GRANDES PARQUES DE LA CIUDAD DE LA PAZ	36
FIGURA 5: GRANDES PARQUES DISTRITALES	36
FIGURA 6: PLAZAS DE LA CIUDAD	37
FIGURA 7 : JARDINERAS	37
FIGURA 8: LA PAZ - UNIDADES DE VEGETACIÓN/SUPERFICIE DE ÁREA VERDE (EN M2).....	38
FIGURA 9: FUNCIÓN DE PRECIOS HEDÓNICOS	43
FIGURA 10: PRECIO PROMEDIO POR SUPERFICIE Y ZONA - LA PAZ 2015 (EXPRESADO EN US\$/METRO CUADRADO CONSTRUIDO).....	54
FIGURA 11: SUPERFICIE CONSTRUIDA POR TIPO DE VIVIENDA - LA PAZ 2015 (EXPRESADO EN METROS CUADRADOS)	54
FIGURA 12: CANTIDAD DE DORMITORIOS POR TIPO DE INMUEBLE - LA PAZ, 2015 (EXPRESADO EN NÚMERO DE HABITACIONES)	55
FIGURA 13: METROS CUADRADOS DE ÁREA VERDE Y UNIDADES DE VEGETACIÓN POR ZONA - 2015 (EXPRESADO EN M2/ ZONA Y UNIDADES DE VEGETACIÓN/ ZONA)	56
FIGURA 14: DEMANDA POR UNIDADES DE VEGETACIÓN POR SUPERFICIE DE ÁREA VERDE (POR AÑO)	65

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: LISTADO DE VARIABLES RECOLECTADAS DE LA MUESTRA	51
TABLA 2: VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO	57
TABLA 3: RESULTADO DE LAS ESTIMACIONES	60
TABLA 4: EFECTO MARGINAL Y ELASTICIDAD - IMPACTO DE LAS ÁREAS VERDES Y LA DISTANCIA EN EL PRECIO DE EQUILIBRIO DEL MERCADO DE VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE LA PAZ.....	64
TABLA 5: INGRESOS DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE ÁREAS VERDES (EMAVERDE) Y DEPENDENCIA DEL GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ (EN BOLIVIANOS)	67

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es determinar el valor económico de las áreas verdes en la ciudad de La Paz, Bolivia para realizar análisis de política pública, a partir de la estimación de la demanda implícita por áreas verdes como atributos de entorno de las viviendas, expresada en una medida monetaria, para el año 2015. Se evalúa en términos económicos y monetarios los beneficios ambientales de las áreas verdes, sus implicaciones de política pública y sus efectos en el precio de las viviendas en la ciudad de La Paz. A partir de la identificación de unidades de vegetación por superficie de área verde de los diferentes parques públicos de la ciudad, se aplica el “método de precios hedónicos”, una metodología de valoración de bienes no mercadeables indirecta, destinada a vincular los precios de una vivienda en función de sus características y de los atributos ambientales de su entorno. Este método infiere valores ambientales del bien a través del precio de inmuebles diferentes bajo condiciones estructurales de la vivienda similares. Se encontró que un incremento del 100% en la característica unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde, eleva el precio por metro cuadrado de la vivienda, en 7,04%. El precio promedio implícito de una unidad de vegetación por metro cuadrado de área verde es de US\$. 21.05; valor no constante, dado que el precio depende del nivel de la característica. Un incremento del 100 % en la característica distancia al área verde más cercana a la vivienda, disminuye el precio de equilibrio por metro cuadrado construido de la vivienda en 6.80 %. No se encontraron trabajos similares que permitan realizar efectos de comparación tanto en el contexto latinoamericano como mundial por las características de las variables del estudio en cuestión.

Palabras clave: Valoración económica, eco-sistémicos, área verde, precio de la vivienda, método de precios hedónicos.

ABSTRACT

The objective of this paper is to determine the economic value of green areas in the city of La Paz, Bolivia to carry out public policy analysis, based on the estimation of the implicit demand for green areas as attributes of the housing environment, expressed in a monetary measure, for the year 2015. The environmental benefits of the green areas, their implications of public policy and their effects on the price of housing in the city of La Paz are evaluated in economic and monetary terms. From the identification of units of vegetation by area of green area of the different public parks of the city, the "hedonic price method" is applied, a methodology of valuation of indirect non-merchantable goods, destined to link the prices of a housing according to their characteristics and the environmental attributes of their environment. This method infers environmental values of the property through the price of different properties under similar structural housing conditions. It was found that a 100% increase in the characteristic units of vegetation per square meter of green area, increases the price per square meter of the house, by 7.04%. The implicit average price of one unit of vegetation per square meter of green area is US \$. 21.05; non-constant value, since the price depends on the level of the characteristic. An increase of 100% in the characteristic distance to the green area closest to the house, decreases the equilibrium price per built square meter of the house by 6.80%. We did not find similar works that allow comparison effects in the Latin American and global context due to the characteristics of the variables of the study in question.

Key words: Economic valuation, ecosystems, green areas, housing prices, hedonic price methods.

I. INTRODUCCIÓN.

Las áreas verdes desempeñan un rol importante como hábitat de la sociedad, ámbito en el cual desarrolla sus actividades cotidianas. El amplio grupo de beneficios eco-sistémicos derivados de la existencia y crecimiento de las áreas verdes, tales como la mejora de la calidad del aire, mejora climática, ahorro de energía, protección de áreas de captación de agua, tratamiento de aguas residuales, control de inundaciones, reducción de ruidos, control de la erosión, manejo de desechos sólidos y restauración de tierras, mejoramiento del hábitat de la fauna silvestre y biodiversidad, así como un conjunto de beneficios materiales, generan un impacto positivo en todo el conjunto de la población (Sorensen, Barzetti, Keipi y William, 1997).

En el marco de desarrollo e implementación de políticas públicas, los usos anteriormente mencionados son capaces de generar beneficios económicos para la sociedad, que encuentra un problema en el momento de establecer la medida monetaria de dichos usos. En rigor, la justificación para la valoración monetaria, reside en el modo en el que se usa el dinero como un patrón de medida para indicar las pérdidas o ganancias de utilidad o bienestar (Pearce y Turner, 1995). Para el tema en cuestión, interesa aproximarse al valor que proporcionan las áreas verdes, considerando su carácter de bien público y por ende, la ausencia de un mercado convencional que permita su valoración a partir de la construcción de una función de demanda.

El crecimiento vertiginoso de la ciudad de La Paz durante la década de los años noventa, trajo aparejada la generación de impactos sobre el medio ambiente. Por un lado, la construcción de viviendas (crecimiento horizontal, pero sobretodo vertical) que aprovecharon todo espacio libre (por demás escaso) con la consiguiente disminución de áreas verdes por un lado y; por otro, el crecimiento del parque automotor que incrementó los niveles de contaminación del aire en la ciudad de La Paz por la congestión ocasionada en determinadas zonas.

Por esta razón, se hace necesaria la estimación del valor de las áreas verdes, ya que permiten mitigar los efectos de la contaminación e impacto sobre el medio ambiente, utilizando alguna técnica de valoración de bienes no mercadeables.

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo, la estimación de la ecuación de precios hedónicos para el mercado de viviendas de la ciudad de La Paz y la demanda implícita por áreas verdes como atributo ambiental de dichas viviendas, con el fin de establecer los beneficios privados de dichas áreas capitalizados en el precio de la vivienda.

Determinar el valor económico de las áreas verdes en la ciudad de La Paz que permita realizar análisis de política pública, a partir de la estimación de la demanda implícita por áreas verdes como atributos ambientales de entorno de las viviendas, expresada en una medida monetaria, para el año 2015.

Especificar una función de precios hedónicos implícita en el mercado de viviendas para la ciudad de La Paz, que permita determinar, como componente del precio de una vivienda, el beneficio asociado a las áreas verdes urbanas.

Derivar la función de demanda implícita del atributo área verde, a partir de la función de precios hedónicos estimada para el mercado de viviendas de la ciudad de La Paz.

Estimar la Disponibilidad a Pagar de los habitantes de la ciudad de La Paz por los beneficios que proporcionan sus áreas verdes.

Las áreas verdes de la ciudad de La Paz tienen un valor económico determinado a partir de la demanda implícita por áreas verdes.

Las áreas verdes de la ciudad de La Paz son una variable que explica el precio de equilibrio de las viviendas y tienen un efecto positivo sobre dicho precio.

La demanda implícita de áreas verdes en la ciudad de La Paz presenta la relación inversa entre precio y cantidad demandada del atributo unidades de vegetación por superficie de área verde, por la cual los individuos están dispuestos a pagar por unidad adicional de dicho atributo.

La Disponibilidad a Pagar, estimada a partir de la demanda implícita de áreas verdes es positiva, lo cual implica que los habitantes valoran positivamente las unidades de vegetación por superficie de áreas verdes de la ciudad.

La ganancia de valor en el precio de la vivienda por las áreas verdes, permite contar con un indicador para la conveniencia de la implementación de áreas verdes en determinadas zonas de la ciudad.

El valor de las áreas verdes permite analizar la posibilidad de establecer medidas de política (impuestos, subsidios) que financien la implementación de dichas áreas verdes.

El valor económico de las áreas verdes proporciona información frente a la disyuntiva de conservar o destinar el terreno a su mejor uso alternativo posible.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1. Valoración económica de áreas verdes urbanas.

La estrecha relación del ser humano con el medio ambiente es inherente al estudio de la economía ambiental, en un proceso permanente de reflejar todos los beneficios y perjuicios obtenidos de las externalidades dentro del ámbito urbano que a través de acciones y decisiones se refleja en la política económica, social y ambiental. En la actualidad, buena parte de las externalidades se derivan en degradación ambiental, contaminación del aire, congestión vial entre otras, ligada al aumento de la población en las urbes; así mismo, a ello contribuye la falta de planificación que no permiten establecer la sostenibilidad y el equilibrio de las zonas urbanas. (Azqueta, 2007).

La economía ambiental contribuye a la sociedad mediante instrumentos que permitan evaluar los efectos negativos y positivos de las externalidades, acordes a la proximidad a sitios de interés calificados por el uso del suelo. Así, la valoración económica urbana nos ayuda a definir el nivel de preferencia asignado por un consumidor a un bien inmueble.

Se ha determinado también que la calidad de vida en las ciudades depende altamente de la disponibilidad de espacios atractivos y accesibles de áreas verdes, la alta contribución de estas áreas a tópicos esenciales como la salud y beneficio de los residentes de las ciudades en áreas urbanas, por lo que se torna de vital importancia mantener y preservar la infraestructura de estos espacios. El entorno que presentan las áreas urbanas se ve reflejado en las características estructurales de las edificaciones así como las variables ambientales que están relacionadas directa o indirectamente a éstas, especialmente, cuando se define las ciudades como un ecosistema no natural en las cuales su sostenibilidad depende de la incidencia de variables por las cuales se ve afectada. (Miyasako, 2009).

Los bienes inmuebles son adquiridos basados en decisiones que toman en consideración una serie de atributos complementarios al uso del bien. En general tal adquisición depende en buena medida de aspectos relacionados con la ubicación, los ingresos económicos del

adquiriente, el nivel de educación, características de la infraestructura, así como requerimientos implícitos al ámbito familiar, entre otros. Las externalidades y atributos que se ven vinculados directamente al inmueble representan valores positivos o negativos para la decisión de su adquisición; así mismo, son de igual importancia los aspectos relacionados a la contaminación ambiental o aquellas variables que contrapesen los efectos negativos de la contaminación, determinando si las externalidades son internalizadas en el valor de los bienes inmuebles urbanos, llevándonos a producir un efecto de precio sombra. (Miyasako, 2009).

El estudio de bienes que no tienen sus propios mercados, pero que si afectan en diversas dimensiones a los mercados que manejan directamente su propio valor, debe verse reflejado mediante la valoración económica, a través de diversas metodologías que manifiestan las características, atributos e influencia de bienes ambientales en otros bienes no ambientales, en su uso y su acceso, reflejándose un valor económico del bien ambiental. (Freeman III, 2003).

En el caso de las áreas verdes, se han realizado diversos estudios que reflejan esa dinámica de la valoración ambiental, entre las cuales se describen algunos casos específicos como los descritos a continuación.

Una derivación del estudio de espacios verdes pero con fines recreativos es planteado por González (2000). Parte de la estimación de dos espacios. Uno, denominado recreativo regional y otro, urbano, basado en las decisiones y el criterio de establecer bienes públicos orientados a las necesidades de generar una mayor oferta de estos espacios públicos, abriendo la posibilidad de acertar en estas decisiones basadas en las preferencias de los ciudadanos. Se definen como los instrumentos de intervención más utilizados para ofertar espacios de uso recreativo, la construcción y conservación de zonas verdes urbanas y, la declaración y mantenimiento de Espacios Naturales Protegidos. En el análisis, se hace referencia a un Parque Natural que no cuenta con ningún elemento de flora o fauna de especial protección (rara, amenazada, escasa), donde las diferencias respecto a cualquier otro monte de una explotación forestal son la infraestructura de uso recreativo (picnic, senderos, zona de acampada) y una menor superficie desarbolada que la media de los montes. Se utilizó el método de los costos de desplazamiento, basándose en una relación complementaria entre un bien público y los costos privados en que incurre un individuo para poder utilizarlo ya

que, permite la obtención del bienestar generado por disfrutar de ciertos bienes públicos como los espacios de uso recreativo. Así mismo, hace referencia a un espacio donde a partir de la función de los precios implícitos del alquiler de la vivienda, se calcula el beneficio generado por un espacio verde urbano. La conclusión principal se basa en la diferencia que existe entre los beneficios y los gastos que se incurren administrativamente, siendo superiores los primeros, y de allí la importancia que adquiere socialmente la creación de espacios de usos recreativos. La utilización del método de los costos de transporte, hipotético también por cierto, permite plantear a los individuos, los cambios en su comportamiento ante variaciones en la gestión de los activos de los lugares considerados para medir los efectos de una intervención. La ventaja de este procedimiento frente a los métodos directos radica en que no aparecen sesgos derivados del comportamiento estratégico.

Pablo de Frutos Madrazo y Sonia Esteban Laleona (2003), revisitan la importancia de la metodología de precios hedónicos en el estudio “El valor de las zonas verdes urbanas. Aplicación del método de los Precios Hedónicos al mercado inmobiliario de la ciudad de Soria”. Se recogieron sesenta observaciones que pueden parecer un número muy limitado, pero dadas las características del mercado inmobiliario de Soria capital, puede considerarse una muestra significativa.

La información se recopiló durante los meses de enero y febrero del año 2003. Al final se generaron 19 variables divididas en dos grupos claramente diferenciados. El primero integrado por 14 variables estructurales que mostraban las características físicas de cada una de las viviendas, incluido el precio. El segundo, por las variables ambientales, 5 en total, que recogían las características medioambientales referidas, en este caso, a su situación respecto a los parques y jardines.

En cuanto a la elección de la forma funcional, algunas variables explicativas hacen que no sea posible la aplicación de determinadas especificaciones, como la semi logarítmica o la doble-logarítmica, ya que al tratarse de variables dicotómicas no fue posible aplicar dicha transformación. Las primeras estimaciones se realizaron para las formas funcionales lineal y logística.

Las variables explicativas del precio de la vivienda en Soria capital resultaron ser las siguientes:

a) Variables estructurales. 1) Superficie de la vivienda (SUP) medida en metros cuadrados, 2) existencia de calefacción (CALEFA), variable dicotómica que toma el valor 1 si la vivienda posee esta mejora y 0 en el caso contrario, 3) orientación de la vivienda (ORIENT), variable discreta que toma el valor 1, o peor orientación (interior), hasta el valor 4, u orientación hipotéticamente más apreciada (Sur).

b) Variables ambientales. Existencia de vistas a un parque (VISTAS) o variable dicotómica que toma el valor 1 si desde la vivienda se puede ver un parque o jardín y 0 en el caso contrario. El resto de variables ambientales como la distancia a un parque, su superficie, el indicador dotacional de la zona verde más cercana o la distancia a la Dehesa, resultaron ser no significativas.

Se eligió el modelo logístico que, con un R^2 ligeramente inferior, solucionaba el problema de la heterocedasticidad, los parámetros estimados ofrecían un menor rango de variación entre el valor mínimo y el máximo y, por lo tanto, también las medidas de excedente calculadas a partir de los mismos.

Los resultados arrojaron que el incremento de un metro cuadrado en una vivienda eleva un 0,7% su precio de venta, la existencia de vistas a un parque un 23,2%, la existencia de calefacción un 51,6%, y según va mejorando la orientación el precio va subiendo un 8,1% por cada una de las mejoras. Hay que hacer notar que, dadas las duras condiciones climatológicas del invierno soriano, la variable que más influye en el precio es la calefacción, con una diferencia muy acusada en precios entre pisos que la poseen o no. La explicación puede encontrarse en el hecho de que esta variable también capture el efecto de otras variables que, o bien se incluyeron en el modelo y no resultaron ser significativas como la antigüedad, o bien no se incluyeron en el modelo como otro tipo de mejoras relacionadas con el confort de la vivienda.

Kathleen L. Wolf (2004), resalta la importancia actual de los beneficios incorporados en los espacios de árboles, parques y la respuesta que se genera desde la política gubernamental local en localidades de Estados Unidos con implicaciones para la regulación y diseño de áreas verdes, presentándose una descripción específica de metodologías que logran valorar y medir los efectos de la presencia de las áreas verdes en las zonas urbanas, tales como, el valor de uso, como principal medida económica de valor dirigida a zonas y sistemas de

visitas y usuarios de parques desde la óptica de pago por el uso de los vecinos y otros que pueden realizar viajes desde determinadas distancias, midiendo la cantidad de tiempo dedicado a la visita de los parques, capturado por la metodología de costo de viaje.

Aurelia Bengochea Morancho (2005) utiliza la metodología de precios hedónicos para determinar en qué medida un activo ambiental relacionado con áreas verdes, sin precio de mercado, influye en el precio de otros bienes privados para los que sí existe un mercado. El estudio lo realizó para la ciudad de Castellón (España). Se visitaron en total más de treinta agencias de la propiedad inmobiliaria (incluidas algunas constructoras y promotoras) que, en general, no pusieron impedimentos para proporcionar la información requerida aunque, en ocasiones, no quisieron facilitar el emplazamiento concreto de las viviendas. Los datos solicitados hacían referencia al precio de venta de la vivienda y un conjunto de características de la misma (superficie, número de habitaciones y de cuartos de baño, altura, años de antigüedad, disponibilidad de garaje o trastero, existencia de vistas a una plaza o zona ajardinada, etc.).

Esta información fue completada con otros datos referidos a la dotación de zonas verdes en las proximidades de la vivienda. Se incluyeron tanto los parques urbanos como las plazas y zonas ajardinadas, de modo que la relación final comprendió un total de 41 zonas verdes cuyas dimensiones iban desde los 500 hasta los 80.000 metros cuadrados. Con la ayuda de un plano detallado de la ciudad, se obtuvo la extensión de cada una de ellas y la distancia que media entre cada una de las viviendas integrantes de la muestra y la zona verde más cercana. En los casos de zonas privadas ajardinadas, se consideró que la distancia era de un metro.

El modelo final estimado arrojó los siguientes resultados: a) Cada metro cuadrado adicional de superficie incrementa el precio de la vivienda en 102.137 ptas. (US\$. 703,75). b) Un metro cuadrado más de terraza lo aumenta en 135.316 ptas. (US\$. 932,16). c) Un cuarto de baño adicional supone casi tres millones más en el precio de venta de la vivienda. d) Un año más de antigüedad provoca un descenso de 44.900 ptas. (US\$. 309,37) en el precio. e) La disponibilidad de ascensor incrementa el precio en 2.481.000 ptas. (US\$. 17.094,69) f) Contar con un trastero lo incrementa en 963.000 ptas. (US\$. 6635,30). g) En igualdad de condiciones, las viviendas de protección oficial cuestan 2.186.000 ptas. (US\$.15.062,07) menos que las de renta libre. h) Las casas son por término medio más baratas que los pisos

3.219.000 ptas. (US\$. 22.179,69). El coeficiente de la variable hedónica que permaneció en el modelo indica que el precio de las viviendas se relaciona inversamente con la distancia que las separa de una zona verde. Atendiendo al valor del coeficiente estimado para esta variable, se puede afirmar que el precio de la vivienda desciende algo más de tres mil pesetas (US\$. 20,67) por cada metro adicional de aumento en la distancia, es decir, una vivienda que esté situada a cien metros de una zona verde valdrá 300.000 pesetas (US\$. 2067,07) menos que otra de idénticas características emplazada frente a una plaza o zona ajardinada.

Jesús Manuel Fitch y Pilar García Almirall (2008) estudiaron la incidencia de las externalidades ambientales en la formación espacial de valores inmobiliarios en la región metropolitana de Barcelona. La hipótesis sometida a comprobación fue que la población aprecia la calidad ambiental al momento de realizar su elección residencial dependiendo de su nivel de ingresos, costumbres y estilo de vida. Para comprobar dicha hipótesis se propuso un modelo de precios hedónicos donde la variable dependiente fue el precio de tasación de un conjunto de viviendas localizadas en la Región Metropolitana de Barcelona (RMB) y las independientes son los diversos factores que inciden en la formación espacial de dicho valor.

El análisis de los datos se realizó mediante la técnica de regresión múltiple y el análisis factorial, con lo que se pudo obtener un modelo de precios hedónicos. Luego, los resultados se contrastaron con mapas temáticos producidos por los Sistemas de Información Geográfica (SIG). La primera fase de elaboración de modelos consistió en trabajar con variables económicas, sociales-demográficas, accesibilidad y de externalidad urbana. En este primer paso no se incluyeron variables e indicadores de los atributos arquitectónicos de las viviendas que ofrecen las tasaciones. El modelo resultante arrojó 5 variables con un nivel de explicación del 87% de la varianza ($R^2=0,87$), siendo su error estándar de 90,81€/m². Las variables que explicaron la formación espacial de valores en la RMB fueron las siguientes: Distancia en kilómetros al municipio de Barcelona, porcentaje de personas con título superior, nivel económico del municipio, impuesto sobre la renta de las personas físicas, llegada a la vivienda antes del año 1941, cociente del número de viviendas entre el número de parcelas.

El segundo grupo estuvo conformado por los aspectos sociales, estos factores se relacionan con la teoría de jerarquía social. En el modelo, la variable que ingresó, corresponde al

porcentaje de población con nivel de instrucción que tiene título superior, presentando una relación positiva según su coeficiente beta (45,02).

Los indicadores económicos tuvieron considerable incidencia en la formación espacial de valores. En el modelo ingresaron dos variables: el nivel económico y el Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas de empresarios. La variable nivel económico (Índice de la renta familiar disponible por habitante estimada por áreas geográficas nivel municipal, provincial y por comunidades autónomas) para el año 2000, presenta una relación positiva, lo cual es coherente con la realidad territorial, dado que el nivel de ingresos determina la adquisición de compra del producto inmobiliario. Este efecto lo complementa la variable que mide la renta de la población.

En la segunda fase se estimó un modelo en el que se incorporó variables arquitectónicas incluidas en las tasaciones. Las variables que explicaron la formación espacial de valores en la RMB fueron las siguientes: Factores de accesibilidad, factores económicos, factores de externalidad urbana, características de la vivienda, acabado pavimento, sala de estar, número de dormitorios, calidad sanitarios.

Una metodología adicional de espacios verdes y recreativos, es la reconocida valoración contingente. Pablo de Frutos y Sonia Esteban (2009) definieron las zonas de esparcimiento de la población, al interior de la ciudad de Soria (España), como una importante fuente de beneficios en las sociedades cada vez más urbanizadas. El objeto de estudio fue el sistema recreativo de parques y jardines de la ciudad de Soria. Estas zonas de esparcimiento de la población en el interior de las ciudades son una fuente importante de generación de beneficios y juegan un papel fundamental en la sociedad actual, cada vez más urbanizada y concientizada de la importancia que tienen en su vida diaria. Por lo tanto, generan un excedente muy importante para la sociedad, que al tratarse de un bien público no se puede calcular directamente al no ser observable su función de demanda. Se plantea la valoración de los beneficios generados por ese sistema recreativo a través del método de valoración contingente. Se demuestra que la media de la disposición a pagar por la conservación de las zonas verdes de la ciudad en su estado actual alcanza aproximadamente unos cuarenta y siete euros al año por ciudadano (dos euros por metro cuadrado de zona verde), lo que genera un excedente anual de unos ochocientos mil euros para todo el sistema recreativo de parques y jardines de Soria capital. Estos valores son lo suficientemente importantes como para, no

sólo justificar la existencia y conservación de estas superficies urbanas, si no como para plantear la construcción de nuevas dotaciones ajardinadas en las ciudades españolas.

Cicea C. y Pirlogea C. (2011) definen el uso de las áreas verdes destinadas a actividades recreativas de manera directa, por lo cual no se obliga a ningún tipo de pago; es decir los individuos disponen del bien sin reconocer monetariamente su valor de uso. Se calcula el valor o costo de realizar estas mismas actividades de manera privada reconociendo una disponibilidad a pagar por el uso. Así mismo, se identifica la problemática actual del cambio climático que se ve contrarrestado, en las zonas urbanas, con una mayor disponibilidad de áreas verdes que generan impacto benéfico, reflejado en la absorción de contaminación por parte de los árboles y la estabilización del aire, contribuyendo a menores niveles de contaminación interna en las áreas verdes que fuera de ellas. La línea de base principal se resume en la existencia de atributos que ofrecen las áreas verdes y el valor que estas representan económicamente frente a servicios privados.

Otros estudios introducen en el estudio de las áreas verdes, el concepto de sostenibilidad. Shah Md. Atiqul Haq (2011) define las áreas verdes como un contribuyente importante del significado de desarrollo sostenible en zonas urbanas, derivándose de allí los beneficios ecológicos, de biodiversidad y conservación de la naturaleza, control de la polución y finalmente beneficios económicos y estéticos. Se parte de la base del debate de la integración de la problemática social, económica y ambiental como una sola, con la intención de incorporar e integrar mecanismos que generen mejores soluciones encaminadas a la sostenibilidad ambiental, logrando generar un enfoque intra e inter disciplinario de conocimiento. De allí emerge la integración de participantes académicos, no académicos, planificadores de política y grupos de interés local. A nivel de política y desarrollo de factores económicos y culturales, se debe tener en cuenta la integración y contribución de instrumentos de medio ambiente sostenible, para que, a través de todos los involucrados se genere una mejor planificación de políticas públicas e instauración de las mismas, definiendo como factor importante de la planificación la participación de diferentes actores de la sociedad.

Jean-Daniel Saphores (2011), analizó 20.660 transacciones de casas pareadas unifamiliares vendidas entre los años 2003 y 2004 en la ciudad de Los Ángeles, CA, para estimar el valor de los árboles urbanos, hierba de regadío y zonas de césped no irrigadas. Para hacer frente a

las características de autocorrelación espacial y vecinales no observadas, se comparó dos modelos: un modelo de regresión geográficamente ponderado y un modelo de Cliff-Ord con retardos espaciales en la variable dependiente, las variables exógenas, y las perturbaciones, así como efectos fijos de submercado y un amplio conjunto de covariables. El resultado alcanzado señala que a los residentes de Los Ángeles, les gusta el césped: más del 88 por ciento de las propiedades examinadas ganaría valor con riego adicional en su parcela de césped, y aún más (89 por ciento) en su vecindario. Aunque más hierba no irrigada / suelo erosionado en las parcelas, normalmente, afecta los valores de la propiedad, a menudo tiene el efecto contrario a nivel de barrio. Por otra parte, los árboles de paquetes adicionales disminuirían el valor en casi el 40 por ciento de las propiedades examinadas y que sólo tendrían un pequeño impacto positivo en la mayoría de los otros. Por el contrario, los árboles adicionales vecinales aumentarían ligeramente el valor de más del 97 por ciento de las propiedades analizadas. Esto sugiere que, si bien los residentes de Los Ángeles pueden querer árboles adicionales, son reacios a pagar por ellos. Estos resultados tienen implicaciones para los programas de plantación de árboles urbanos que dependen principalmente de los propietarios privados.

Sabina L. Shaikh (2011), explora el efecto de la cercanía al parque o área verde en los precios de venta de las residencias para la ciudad de Chicago. Aplica el método de precios hedónicos considerando características de las variables de vecindarios, evidenciando la significativa contribución de valor de la extensión de parques en la zona, siendo los parques un ejemplo clásico de bien público y siendo los parques bienes con un mercado no identificado. El empleo de la metodología hedónica se define como la más adecuada para este caso, partiendo de asociar las características o atributos ambientales mediante la existencia de parques y la existencia de otras zonas que generan beneficios asociados tales como playas, zonas de árboles y otras áreas verdes.

Tekel y Akbarishahabi (2013) describen la importancia del desarrollo de los espacios verdes abiertos con la consiguiente creación de valores ambientales, sociales y económicos. Realizaron su estudio en Ankara (Turquía) destacando la importante necesidad de creación de medidas y métodos de valoración económica de productos de mercado no públicos y la profundización del modelo de precios hedónicos dirigido a la estimación de precios de los atributos que diferencian los productos, en este caso los bienes inmuebles. El estudio propuso la estimación del valor monetario de los beneficios derivados de un parque urbano en la

ciudad de Ankara con el objetivo de establecer un impuesto destinado a la financiación del parque botánico, basado en los atributos y beneficios que ofrece su entorno urbano. El modelo planteado tiene su línea de base en la identificación de factores estructurales de las viviendas, factores de ubicación en términos de acceso a los atributos ambientales, y factores del vecindario definidos por proximidad a espacios estratégicos, transporte, acceso entre otros y finalmente, calidad del aire. El resultado del estudio, determina la importancia de la creación de espacios abiertos verdes desde una perspectiva ambiental, social y económica, generando valor agregado a la ciudad, una memoria histórica, identificación cultural y calidad visual. Esto se expresa en términos de beneficios económicos y se desprende de allí el planeamiento y mejor delimitación de políticas públicas manejado a través de un valor impositivo importante para las economías de las ciudades. Se determina un efecto positivo de la existencia de áreas verdes y se revela un rol presente y futuro de la existencia de los parques en la vida económica de las ciudades.

No podría avanzar en la valoración de áreas verdes, sin hacer una revisión de trabajos o artículos escritos en Bolivia, como sustento o apoyo a la formulación de políticas así como al acervo de conocimiento. Aun cuando dicha literatura es bastante escasa o inexistente, existen algunos aportes muy importantes de destacar.

Vidaurre (2009), investigó a cerca de la posible influencia de la contaminación del aire (medida a partir de diferentes contaminantes emitidos al medio ambiente) sobre el precio de las viviendas de la ciudad de La Paz. Este estudio constituyó el primer intento de aproximarse a un valor económico de la contaminación en la ciudad de La Paz. Sus resultados pueden ser un insumo importante para la aplicación en estudios de análisis costo beneficio en temas de descontaminación ambiental o políticas urbanas de ordenamiento territorial.

Metodológicamente, una de las limitaciones más importantes que se encontró durante la realización del estudio fue la medición de la variable ambiental. En este sentido, se utilizó el monitoreo de material particulado respirable (PM10) y óxidos de nitrógeno (NOx). La información referida es de carácter experimental y fue obtenida de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red MoniCA LP). La variable contaminación, medida en los diferentes modelos a partir de los dos contaminantes en cuestión, resultó significativa en ambos, corroborando el hecho de la existencia de una externalidad negativa. Dentro de las variables de atributos del entorno, el sol y la presencia de centros médicos en la cercanía a las

viviendas, tienen un impacto positivo en el precio de la misma. La inclusión de la variable distancia a parques o distancia a hospitales podría tener una mejor aproximación que en el caso de utilización de variables ficticias y por ende arrojar mejores resultados. Asimismo, la utilización del precio de transacción o en su caso el canon de arrendamiento puede mejorar los resultados de la estimación.

Olivera (2007), realizó un trabajo completo de la Valoración de las Áreas Protegidas en Bolivia, desde la perspectiva de la explotación de los recursos no renovables en dichas áreas. Partió de la premisa que cuando una actividad económica extractiva se sobrepone, en uso, sobre las áreas protegidas, se genera una disyuntiva entre dos posibles alternativas de elección para un país en vías de desarrollo: i) Generación de recursos económicos en el corto plazo vía inversión extranjera y gasto en infraestructura productiva; ii) conservación y protección de los recursos naturales para las futuras generaciones. A partir de varias opciones de valoración, se busca brindar un valor económico inicial del recurso área natural protegida a partir del cual se puede negociar una compensación formal. Para la valoración de las áreas protegidas en Bolivia, se utilizó como base, los datos del informe financiero del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia, desde el año 1996 al 2004.

Montoya et al. (2002), estudiaron los “Efectos ambientales y socioeconómicos del derrame de petróleo en el río Desaguadero”. Aun cuando no se trata de una valoración de áreas verdes, es un estudio de medición de externalidades negativas cuyo impacto repercute en la actividad agrícola, pecuaria de esta región del Departamento de Oruro, Bolivia.

Vidaurre (2000) investigó a cerca de la disponibilidad marginal a pagar de los habitantes de la Zona Este de la ciudad de Oruro (Bolivia) por disminuir las consecuencias de las inundaciones ocasionadas por el desborde del río Tagarete (aledaño a la zona). En este caso, aproximó una medida de valoración de la canalización del río (para evitar problemas de inundación), a partir del mercado de vivienda de la zona. Las variables analizadas fueron: la probabilidad de que una vivienda de la zona, haya sufrido en el pasado año de inundaciones y sus consecuencias; y el precio de las viviendas de la zona.

La revisión teórica efectuada, proporciona evidencia para profundizar en la valoración económica de áreas verdes, mediante la metodología de precios hedónicos.

2.2. Precios hedónicos y demandas implícitas por atributos de viviendas.

Uno de los objetivos principales de la estimación hedónica es la obtención de las demandas por los atributos de las viviendas, conocidas también como demandas implícitas dado que, al ser la vivienda un bien compuesto, la decisión de elección de una de ellas, implica la elección de un conjunto de atributos por los cuales implícitamente se expresa una demanda. Palmquist (1994), estimó las demandas por las más importantes características de las viviendas usando técnicas que evitan los problemas de identificación y endogeneidad y que fueron pasados por alto en estudios empíricos previos. Se usaron los datos de siete áreas estadísticas metropolitanas para las cuales se disponía de información. Las ciudades usadas en el estudio fueron Atlanta (2863 ventas), Denver (4775), Houston (3185), Louisville (2050), Miami (2390), Oklahoma (3058) y Seattle (1976). La muestra estaba restringida a viviendas unifamiliares ocupadas por sus dueños. Los datos corresponden a hipotecas registradas en el año 1977. Con la utilización de estos datos fue posible identificar las curvas de demanda sin la imposición de supuestos arbitrarios. Aun cuando los estudios ignoran correctamente el lado de la oferta del mercado, los precios son endógenos cada vez que las ecuaciones hedónicas son no lineales. Las ecuaciones de demanda estimadas se comportan muy bien. Los coeficientes tienen los signos y magnitudes esperados y casi todos son altamente significativos. La elasticidad precio de la demanda por espacio habitable, es aproximadamente unitaria, mientras que las demandas de las otras características son más inelásticas. Los efectos precio cruzados son significativos, por lo que estudios que los han omitido, pueden tener sesgo de especificación. Las elasticidades de gasto e ingreso tienden a ser algo inelásticas. Estos resultados parecen ser más razonables que los de otros estudios que han estimado demandas por características.

Bilbao (1996), estima la función de demanda de vivienda para las principales poblaciones de la zona central del Principado de Asturias, Oviedo, Gijón, Avilés, Mieres y Langreo y los datos corresponden al año 1996. Para dicho fin, emplea el método de precios hedónicos de Rosen (1974). El método consta de dos etapas: en la primera se procede a estimar la ecuación que relaciona el precio de las viviendas con sus respectivas características. Posteriormente, por derivación, se halla el precio implícito de cada una de ellas. En la segunda etapa, se procede a estimar las ecuaciones de demanda para cada una de las características, utilizando las estimaciones de los precios implícitos calculados en la etapa anterior. Para la estimación de la segunda etapa, se empleó un sistema de demanda de tipo AIDM (Almost Ideal Demand

Model) desarrollado por Deaton y Muellbauer (1980). Las principales conclusiones a las que se arribó fueron las siguientes:

- El precio de una unidad de vivienda, depende de un conjunto más o menos pequeño de las características contenidas en ella. Estas características están relacionadas con su tamaño, calidad, localización y entorno medio ambiental.

- Tanto el tamaño como la localización de la vivienda son características de lujo para los consumidores, mientras que la calidad de la vivienda es una característica necesaria. El entorno medio ambiental también es una característica necesaria para las poblaciones grandes mientras que es lujo para las de menor tamaño.

- Los consumidores tienen una alta respuesta a los precios para las características de tamaño y calidad de la vivienda. Para el resto de características en estudio, las elasticidades precio están cercanas a la unidad.

- La demanda de cantidad de vivienda aumenta cuando incrementan las personas en el hogar y disminuye a medida que aumenta el porcentaje de personas con estudios y las personas jóvenes en el hogar. La demanda de calidad de vivienda y la demanda de localización aumentan cuando lo hacen las personas jóvenes y con estudios y disminuyen cuando aumentan las personas en el hogar. Con respecto a la demanda medio ambiental, los resultados del modelo donde se ha impuesto la condición de homogeneidad, indican que esta demanda aumenta cuando lo hace el porcentaje de juventud, las personas en el hogar y las personas con estudios.

Morais y Oliveira (2003) estimaron la demanda de vivienda y servicios urbanos en las principales regiones metropolitanas (MRS) de Brasil, como un subsidio para la elaboración de políticas públicas de desarrollo urbano. El enfoque teórico utilizado fue el modelo de precios hedónicos (Rosen, 1974), que relaciona el precio con las diferentes características de la propiedad. Los datos utilizados corresponden a la Encuesta Nacional por Muestra de Domicilios (PNAD) del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) para el año 1997 que comprende diez regiones metropolitanas.

Se encontró que la prestación de servicios urbanos como agua, alcantarillado y recojo de basura, aumentan significativamente el precio de los inmuebles en las ciudades brasileñas, lo que implica que tales políticas pueden tener un fuerte impacto redistributivo. Entre las regiones metropolitanas estudiadas, Sao Paulo presentó los alquileres más altos, independientemente de las características de los bienes raíces. La importancia del estudio radica en tratar de evaluar el impacto de políticas urbanas a través del análisis de regresión, lo que permita a los diseñadores de política, obtener información más detallada sobre la naturaleza de la demanda de vivienda - con respecto a las preferencias del consumidor por diferentes atributos y los niveles de prestación de servicios de vivienda urbana -, así como en la capacidad de recuperación de costos y el impacto de varios programas del gobierno en la zona de la vivienda, el saneamiento y el desarrollo urbano.

Los resultados dependieron altamente, de los criterios utilizados para clasificar los materiales de construcción y los servicios urbanos como adecuados o inadecuados. Sao Paulo ha demostrado tener la más alta renta entre las 10 regiones metropolitanas encuestadas, seguida por Río de Janeiro, Brasilia y Belo Horizonte, que presentan rentas alrededor del 30,0% a 36,0% inferiores al alquiler en Sao Paulo, por casas con los mismos atributos, si se toma en cuenta los criterios de adecuación del IBGE. Cuando se consideran las diferencias cualitativas entre la calidad de las paredes, el techo y el tipo de sistema de saneamiento, Sao Paulo todavía presenta la renta más alta, seguida de Belém, Porto Alegre y Brasilia. Estos resultados inesperados demuestran la importancia de los mercados locales de características para determinar rentas de la propiedad y precios, así como la necesidad de seguir investigando a nivel local una mejor definición de lo que constituye la vivienda adecuada con calidad y servicios, teniendo en cuenta las diferencias locales y culturales.

Caridad y Nuria (2004), demostraron que el uso de sistemas neuronales, presenta ventajas sobre los modelos hedónicos. Desarrollaron un caso real de una red neuronal artificial para modelar el precio de transacción de unidades de vivienda a partir de un diseño por conglomerados y estratificado en base a la información aportada por las Agencias de la Propiedad Inmobiliaria teniendo en cuenta que el volumen de negocio en el área urbana considerada fuese representativo. De esta manera, tras estudiar la información proporcionada por el Ilustre Colegio de Agentes de la Propiedad de Córdoba, se desarrollan cinco conglomerados sobre la base de las correspondientes agencias de la propiedad inmobiliaria, obteniendo una cobertura representativa de la totalidad de las transacciones efectuadas en la ciudad.

De forma similar al proceso a seguir con cualquier modelo econométrico, el uso de redes neuronales conlleva la especificación de diversos modelos alternativos de redes neuronales, de los cuales, se selecciona aquella que presente mayor capacidad predictiva del precio del inmueble cordobés. Para ello se utiliza una red del tipo perceptrón multicapa cuyos resultados han sido altamente aceptados en modelos de valoración ensayados en diversas ciudades de otros países. El siguiente aspecto es la división de la muestra al azar en dos grupos: el primero de los cuales se toma como patrón ejemplo para entrenar la red, y el segundo se utiliza para comprobar la eficiencia de la misma. La correcta selección de la muestra se constituye como uno de los principales factores que determinarán el grado de eficiencia de la red. Con este fin, y al no existir un único modelo de vivienda debido a que las características de las viviendas varían de un inmueble a otro, ambas muestras debían recoger las distintas categorías de pisos que se pudieran dar. Se procede a seleccionar aleatoriamente a partir de estratos de precio y barrio el conjunto de viviendas que determinan el conjunto de patrones de aprendizaje, utilizando las restantes para la validación de la red y poder así evaluar su eficiencia. Este proceso se repite utilizando diversas submuestras de entrenamiento. La última consideración a tener en cuenta es la determinación tanto de las funciones de activación de las neuronas en las capas ocultas lineal, sigmoideal, etc., como de los algoritmos de entrenamiento con propagación hacia atrás estándar, y sus variantes como término del momento, gradientes conjugados, quickprop, etc.

A partir de los resultados obtenidos en el análisis del mercado inmobiliario en la ciudad de Córdoba, se observa que, la utilización de modelos de redes neuronales artificiales como herramienta de determinación del precio de vivienda, presenta importantes ventajas. La red neuronal estimada goza de un alto poder de predicción, así, el coeficiente de determinación es superior al 80% (0,8225). Además, las redes neuronales poseen capacidad de extracción para seleccionar las características fundamentales dentro de un gran volumen de variables, por lo que se procede a la filtración de aquella información que pudiera resultar redundante. Se debe indicar que la utilización de redes neuronales presenta un inconveniente respecto a la modelización econométrica clásica. En virtud de su particular procesamiento es difícil validar los resultados de las capas intermedias u ocultas. Además, en principio se carece de un modelo explícito donde se pueda realizar interpretaciones económicas sobre los coeficientes obtenidos, aunque una vez especificada la red, si se dispone del modelo causal. Por ello, para el caso analizado, se procede al cálculo de la ecuación implícita desarrollada por la red estimada, lo que permite efectuar interpretaciones de los precios implícitos

obtenidos. La red neuronal estima precios implícitos compatibles con la situación del mercado, permitiendo, en lo que se refiere a la valoración de las propiedades del inmueble, predecir el comportamiento de sus agentes.

Se observa que, para la variable superficie –metros cuadrados– el incremento marginal del precio del bien ante aumentos en la superficie de dicho bien, es más que proporcional hasta un determinado valor de superficie, a partir del cual, los incrementos en el precio son menos que proporcionales al aumento en el tamaño de dicho inmueble. Esta situación refleja la evolución de la demanda, así como la valoración de los ofertantes del citado bien. De igual forma se refleja en la red estimada, la valoración que realiza el mercado de otras características de las viviendas.

Mingie, Poudyal, Macdonald (2004), utilizaron la estructura hedónica de dos etapas para derivar funciones de demanda por: espacio verde público, espacio verde de propiedad privada, comparación de las estimaciones del excedente del consumidor de espacios verdes privados y públicos. El estudio se aplicó en Adelaide, capital de Australia del Sur con una población de 1,2 millones de personas. La ciudad tiene una disposición prevista cuadrículada, así, posee numerosos servicios públicos ambientales. Se espera, debido al crecimiento de la población, 258.000 nuevas viviendas para el 2040. El crecimiento vendrá a través de relleno (el desarrollo de áreas vacantes), la consolidación y la expansión urbana. Los principales resultados alcanzados arrojan elasticidades precio de la siguiente forma: espacio verde público, inelástica; espacio verde privado, inelástica pero casi unitaria; cruzada, se exige mayor espacio verde público si el precio del espacio verde privado es alto (y viceversa). El espacio verde público y los espacios verdes privados son sustitutos.

Quiroga (2005), presenta una estimación de un modelo hedónico para viviendas sociales en la Región Metropolitana de Santiago, centrándose fundamentalmente en atributos de distancia a servicios. Los resultados alcanzados (en opinión del autor), no son definitivos respecto a las valoraciones verdaderas de los atributos de las viviendas, ni mucho menos permiten evaluar con certeza si el Ministerio de Vivienda de Chile está efectivamente ubicando los hogares en una posición geográfica óptima o no.

Un problema fundamental de estas estimaciones radica en la naturaleza misma de la ecuación de precios implícitos: Con las variables así medidas, la forma de estimar consistentemente

una demanda por atributos, identificando los coeficientes originales para dicha curva, es a través de un número igual o superior de instrumentos que sean ortogonales a la perturbación aleatoria y a la vez correlacionados con las variables que van a instrumentar. Sin importar el método estadístico mediante el cual se haga este proceso, resulta fundamental hacerse cargo de la modelación correcta de las curvas de oferta y demanda, de modo de poder recuperar los precios de demanda implícitos. Este trabajo se limitó a la estimación de precios hedónicos de primera etapa como se describe en Rosen (1974).

Un segundo problema, bastante grave, y por ende, fundamental de reconocer y solucionar a la hora de continuar esta línea investigativa, tiene que ver con los atributos omitidos. En una ciudad tan grande como Santiago de Chile, parece clave a la hora de escoger el lugar donde se ubica la vivienda, el costo en tiempo de desplazarse al lugar de trabajo por parte de los moradores que tienen empleo (ya sea el jefe de hogar u otros miembros de la familia), el cual a priori no parece ser despreciable como para omitirlo de este tipo de análisis. Se hacen necesarias medidas de costo de desplazamiento al trabajo, idealmente mediante algún otro tipo de encuestas (cosa de evitar el uso de variables proxis del tipo “tiempo promedio de desplazamiento al trabajo por comuna”), y concatenarlas con la información disponible mediante algún proceso de variables instrumentales. También será menester de próximas investigaciones buscar alguna forma de incorporar al análisis alguna medida relativa de la cercanía a focos de peligro, tales como contaminación y delincuencia.

Brasington y Hite (2005), calculan la relación entre los precios de casas e incomodidades ambientales utilizando la estadística espacial en seis regresiones espaciales hedónicas para las ciudades de Akron, Cincinnati, Cleveland, Columbus, Daytona y Toledo (USA). Confirman que los contaminantes de fuentes puntuales cercanas deprimen el precio de la vivienda. Calculan los precios implícitos de la calidad ambiental y las características relacionadas a partir de los precios de la vivienda hedónica para estimar una curva de demanda de la calidad ambiental, encontrando una elasticidad precio de la demanda de -0.12. También se evidencia la existencia de efectos espaciales significativos tanto en las estimaciones hedónicas como en la estimación de la demanda. Otros hallazgos consideran que la calidad ambiental y la calidad de la escuela se compran juntos ($\eta = -0.80$), la calidad ambiental y la superficie de la casa son sustitutos ($\eta = 0,91$), y la calidad del medio ambiente y el tamaño del lote no son bienes relacionados.

Cho, Bowker y Park (2006), estiman la influencia de la proximidad a los cuerpos de agua e instalaciones del parque, en el valor de las viviendas residenciales en el Condado de Knox, Tennessee, utilizando el enfoque de precios hedónicos. Los valores de proximidad a los cuerpos de agua y parques se estiman, primeramente, mediante un modelo de mínimos cuadrados ordinarios estándar (MCO). Luego emplean un modelo de regresión ponderado localmente para investigar la no estacionariedad espacial y generar estimaciones locales para las fuentes individuales de cada amenidad o atributo ambiental. El modelo local revela algunas diferencias locales importantes de los efectos de proximidad a los cuerpos de agua y parques, en el precio de la vivienda. Los resultados corroboran investigaciones anteriores, que establecen que, los servicios naturales y construidos, son atributos valiosos en la demanda de vivienda y tiene un impacto positivo en los precios de venta. Además, los resultados sugieren modelos hedónicos que se pueden mejorar mediante la inclusión de información geo referenciada relativa a los servicios naturales. Los resultados también demuestran la importancia de ir más allá del marco de modelado global con la incorporación de información geo referenciada en los modelos hedónicos. Los valores locales para las fuentes de esparcimiento individuales, se estiman utilizando la regresión ponderada localmente al permitir la no estacionariedad en las relaciones entre la proximidad a los órganos y parques acuáticos y precios de venta en el modelo de precios hedónicos. El precio implícito marginal de proximidad a los cuerpos de agua (1.000 pies más cerca) se estimó en \$ 491 en el modelo global, pero varió desde - \$ 497 a \$ 6,032 a nivel local para las masas de agua individuales. El precio implícito marginal de proximidad a los parques locales (1.000 pies más cerca) se estimó en \$ 172 en el modelo global, pero varió desde - \$ 662 a \$ 840 en destino, para cada parque. Por otra parte, el modelo local revela algunas diferencias locales importantes en los efectos de proximidad a los cuerpos de agua y parques en el precio de la vivienda. Las estimaciones de los parámetros locales de proximidad a ambos cuerpos de agua y parques tienen signos diferentes en diferentes regiones del país. Estas relaciones diferentes se ven opacadas en el modelo global. Sin los resultados del modelo de regresión ponderado localmente, la variación de los efectos asociados con los cuerpos individuales de agua y parques de precios de la vivienda, no sería capturado.

Carruthers, Clark y Renner (2010) desarrollan estimaciones relativas a mejoras del medio ambiente sobre la base de un análisis de precios hedónicos, en dos etapas, del mercado único de vivienda familiar en la región de Puget Sound en el estado de Washington. El análisis - que se centra específicamente en varios peligros ambientales catalogados por la EPA,

contempla 226,918 transacciones de 177,303 propiedades únicas que tuvieron lugar entre enero de 2001 y septiembre de 2009 – y consiste en cuatro etapas: (i) diez funciones de precios hedónicos se estiman año tras año, uno por cada año desde la década de 2000; (ii) las estimaciones hedónicas se utilizan para calcular el precio implícito marginal de la distancia de liberación del aire, sitios potencialmente contaminados y los sitios de liberación tóxicos; (iii) los precios implícitos marginales, que varían en el tiempo, se utilizan para estimar una serie de funciones de demanda implícitas que describen la relación entre el precio de la distancia y la cantidad consumida; y, finalmente (iv) las estimaciones de la demanda se comparan con los obtenidos en otras investigaciones y luego se usan para evaluar la escala potencial de beneficios asociados con algunos escenarios básicos de mejora del medio ambiente. En general, el análisis proporciona evidencia adicional de que es posible desarrollar un modelo estructural de la demanda implícita dentro de un mercado de la vivienda única y sugiere que los beneficios de la mejora del medio ambiente son sustanciales.

En concreto, la demanda de tres diferentes tipos de bienes ambientales (sitios de liberación de aire, sitios potencialmente contaminados y los sitios de liberación de tóxicos) se derivan de una sola región, y estas estimaciones son similares a los encontrados por un análisis previo (Carruthers y Clark 2010). Estas estimaciones se utilizan para obtener beneficios hipotéticos de la mitigación de riesgos. En concreto, las estimaciones de los beneficios se obtuvieron mediante la simulación de cambios hipotéticos en la distancia a los peligros. Cuando la mejoría en la distancia era uniforme (1.000 pies) a través de los tipos de riesgo, los beneficios típicos fueron relativamente consistentes. Sin embargo, cuando la mejora se expresó en relación a las distancias existentes, surgieron diferencias sustanciales en los beneficios estimados, con la reducción de los riesgos de alto perfil como los sitios potencialmente contaminados, generando beneficios promedio mucho más grandes de los que son más frecuentes en una región. Estos hallazgos son sólo un primer intento preliminar en la derivación de beneficios para toda la comunidad de la mitigación de riesgos y se necesita mucho más trabajo antes de sacar conclusiones definitivas. En primer lugar, los beneficios de la mitigación de los riesgos específicos no fueron considerados. Teniendo en cuenta que la distribución espacial de los hogares y de los riesgos no es uniforme, es importante perfeccionar las simulaciones para examinar con precisión cómo la mitigación de un sitio amenazado por determinado peligro puede afectar a un barrio al reconocer que la mayoría de los riesgos individuales tienen poco impacto en toda la región. En segundo lugar, la distribución de beneficios en todos los grupos de población no fue considerada. La literatura

de la justicia ambiental sugiere que los costos de la exposición a los peligros ambientales afectan desproporcionadamente a los que están en el extremo inferior de la distribución del ingreso. Dado que los beneficios medios se pueden derivar por sección censal, es posible explorar aún más este aspecto de la distribución de los beneficios derivados de la mejora del medio ambiente. En tercer lugar, mientras que la estimación del modelo hedónico de la primera etapa emplea enfoques econométricos espaciales, los estimadores de segunda etapa no lo hicieron.

Bishop y Timmins (2010) parten del hecho que, desde la publicación de "Precios Hedónicos y Mercados Implícitos" de Rosen, la valoración hedónica de propiedades, se ha convertido en el modelo "de batalla" para la valoración de bienes públicos locales y servicios ambientales. Esto ha sucedido a pesar de la existencia de una serie de conocidos y bien documentados problemas econométricos. Bartik (1987) y Epple (1987) describen una fuente de endogeneidad en la segunda etapa de estimación planteada por Rosen que es difícil de superar mediante la imposición de restricciones de exclusión estándar para algunos argumentos. Esto ha llevado a los investigadores a evitar la estimación de funciones marginales de disposición a pagar por completo, y más bien, confiar en la primera etapa de estimación de la función de precios hedónicos y la limitación de análisis para la evaluación de políticas marginales. Bishop y Timmins proponen un nuevo procedimiento econométrico para el modelo hedónico completo, que evite estos problemas de endogeneidad sin la necesidad de imponer restricciones de exclusión que puedan ser difíciles de justificar y, se pone en práctica un estimador utilizando datos sobre tasas de crímenes violentos en las áreas metropolitanas de Los Ángeles y San Francisco. Los resultados indican que controlar el sesgo de endogeneidad de Bartik-Epple, sin fuertes supuestos acerca de la heterogeneidad de las preferencias entre mercados, tiene implicaciones importantes para la valoración de las intervenciones de política no marginales.

Existen otros factores que complican la estimación del modelo hedónico completo. Por ejemplo, los requisitos de datos, son más sustanciales que para la simple estimación de la función de precios hedónicos en una primera etapa, en particular, el investigador necesita observar atributos del hogar (además de los resultados del mercado de la vivienda), junto con los bienes públicos locales o amenidades ambientales.

Con la creciente disponibilidad de bases de datos de transacciones de vivienda a gran escala (en países desarrollados, como la utilizada en el trabajo en cuestión) y, dada la capacidad de vincular estos datos a otros conjuntos de datos, en virtud de la Ley de Divulgación de Hipotecas (en USA), es cada vez más factible hacerlo a través de múltiples mercados.

Por tanto, es importante desarrollar técnicas empíricas que pueden producir estimaciones objetivas de la función de disponibilidad marginal a pagar. La típica política que se está evaluando con un modelo hedónico se asocia con un cambio no marginal en la amenidad o servicio ambiental, y como muestran los resultados, sólo se basa en una simple estimación de la función de precios hedónicos que puede producir muy diferentes conclusiones sobre el bienestar. Hay técnicas en la literatura para estimar funciones de disponibilidad marginal a pagar que normalmente requieren de fuertes suposiciones acerca de la homogeneidad de las preferencias en los mercados. Dada la evidencia que los individuos ordenan los mercados en base a sus preferencias por los servicios, hay una buena razón para sospechar de esta suposición. El trabajo de Bishop y Timmins muestra que, explotando las propiedades del equilibrio hedónico, es sencillo recuperar estimaciones insesgadas de la función de disponibilidad marginal a pagar, permitiendo preferencias que difieren entre mercados. Es así que el estudio para el crimen violento en las áreas metropolitanas de San Francisco y Los Ángeles recuperan una estimación no sesgada de la disponibilidad marginal a pagar y representan adecuadamente heterogeneidad de las preferencias en todos los mercados.

Iacobinu y Lisi (2011), exploran el papel de la negociación en el proceso de formación del precio de la vivienda en Italia. Los mercados de vivienda son "finos", local y descentralizadamente, y por lo tanto, los compradores y vendedores pueden tener cierto poder de mercado. Por este motivo, el precio de venta está influenciado tanto por las características del producto, así como por el poder de negociación de los compradores y vendedores. Por otra parte, el poder de negociación del vendedor (comprador) puede ser también visto como el costo de la información incompleta impuesta al comprador (vendedor). Los resultados empíricos derivados del análisis de regresión múltiple apoyan las suposiciones teóricas planteadas. De hecho, las variables creadas como "proxis" del poder de negociación de las partes, y que se incorporan en la función de precio hedónico, son estadísticamente significativas y ayudan a mejorar el rendimiento del modelo hedónico, reduciendo así las diferencias entre el precio de venta predicho y observado.

Lisi (2013), investiga acerca de la forma funcional de la función de precios hedónicos, muy ligada a la relación entre las características y el precio de la vivienda. Si bien la literatura disponible enfatiza la no linealidad intrínseca en la relación entre los precios de las casas y características de la vivienda, se ha dado muy poca orientación teórica respecto a una especificación matemática apropiada para la función de precios hedónicos. En general, los estudios empíricos hacen mayor uso de formas funcionales flexibles o modelos lineales simples que poseen un significado económico directo. El trabajo intenta llenar el vacío teórico mediante el modelo de juego Mortensen-Pissarides para mostrar la no linealidad de la función de precio hedónico y proporcionar información sobre la relación funcional más apropiada entre los precios y atributos. Sin embargo, surge un inconveniente de este análisis, que se debe reconocer: hay una brecha entre el modelo teórico (que deriva en una compleja función no lineal) y su contraparte empírica (en la cual se utilizan muchos regresores binarios). De ello se desprende que el modelo teórico introduce una serie de parámetros que no pueden ser probados (sobre todo, el poder de negociación de las partes). La explicación (justificación) de esta diferencia es que el objetivo de la parte empírica del trabajo, es ofrecer una clara evidencia de la forma particular de la función de precio hedónico derivada del modelo teórico. El modelo empírico utilizado es de hecho, una especificación econométrica muy popular. Sin embargo, sería deseable para verificar estos resultados, utilizar otro conjunto de datos y / o un modelo empírico más complejo.

Epple, Quintero y Sieg (2014), plantean que un aspecto central de la estimación de modelos con características heterogéneas es separar la calidad del precio. Presentan un nuevo método para la estimación de funciones hedónicas para tasas de alquiler y calidades de vivienda, tratando la calidad de la vivienda como no observada por el econometrista. El método también aborda el hecho de que los alquileres implícitos para los dueños de viviendas (ocupados en alguna función laboral) son parcialmente latentes. Utilizando un enfoque de correspondencia no paramétrica, muestran cómo identificar la relación alquiler/valor en función de la calidad. Aplican su estimador semiparamétrico para obtener nuevos conocimientos sobre las causas y efectos de la reciente crisis del mercado inmobiliario en los EE.UU. Esta aplicación se centra en el mercado de vivienda de Miami (Florida), que experimentó una apreciación real promedio de los valores de la vivienda de 65 por ciento durante el período de 2002 a 2007. Los resultados son ampliamente consistentes con la opinión de que los cambios en las condiciones del mercado de crédito para compradores de bajos ingresos, junto con los cambios en las expectativas de los inversores sobre los futuros

precios de la vivienda, fueron los principales contribuyentes a la escalada de los valores de la vivienda. La segunda aplicación conlleva una estimación conjunta del modelo para las áreas metropolitanas de Nueva York y Chicago. Los resultados permiten comparar los alquileres de vivienda en función de la calidad a través de los dos mercados y comparar las distribuciones de calidad de la vivienda en los mismos. Se estiman también los beneficios mínimos acumulados en forma de aumento de los ingresos que se necesitaría en Nueva York con relación a Chicago para compensar los mayores precios de la vivienda en cada nivel de calidad en Nueva York con relación a Chicago.

Kolbe y Wüstemann (2015), examinan el efecto de las áreas verdes urbanas en el precio de la vivienda aplicando el método de precios hedónicos (HPM) en la ciudad de Colonia, Alemania. El conjunto de datos utilizado, contiene más de 85.046 transacciones de apartamentos geo-codificados correspondientes a los años 1995-2012 y con información de tres variables intrínsecas de los bienes inmuebles (por ejemplo, precio de la transacción, superficie de suelo y edad).

Con el fin de examinar la capitalización de áreas verdes urbanas en el precio de los inmuebles, se incorporan datos geo-codificados de corte transversal para diferentes tipos de áreas verdes urbanas: bosques, parques, campos agrícolas y barbechos trazados desde el Atlas Europeo Urbano (UCE) de la Agencia Europea de Medio Ambiente para el año 2006. Los resultados muestran una capitalización de las áreas verdes urbanas en los precios de los inmuebles. Se encontró un precio positivo para parques, bosques y agua; y una relación inversa entre la variable precio y la presencia de barbechos y tierras de cultivo.

La estimación de las demandas por características de las viviendas, es el fin último de la estimación de los modelos de precios hedónicos. Usando técnicas que evitan los problemas de identificación y endogeneidad, es posible obtener buenos resultados, sin embargo, la disponibilidad de información confiable, específica y adecuada al objeto de estudio no siempre es posible obtener. Para el caso de áreas verdes, se usa con frecuencia la distancia geo referenciada a dicha área, lo cual exige de un tratamiento más exquisito de la información.

Para el estudio en cuestión, todas las recomendaciones de trabajos anteriores han sido consideradas, siempre en la línea de apuntar al objetivo de la investigación.

2.3.Los beneficios de las áreas verdes urbanas.

Las áreas verdes urbanas, generan una infinidad de beneficios a los diferentes componentes del medio natural entendido colectivamente como la tierra, el agua y el aire, debido a la posibilidad que tienen de degradar algunos contaminantes del aire, aumentar las áreas de captación y almacenamiento del agua y contribuir en la estabilización de los suelos. El conjunto de bosques situados en las ciudades cumplen la misión de actuar como reguladores de la temperatura ambiente: en verano son capaces de proporcionar sombra y en invierno proporcionan abrigo a través del amortiguamiento del efecto del viento y el frío. Por otra parte los bosques, permiten también reducir la influencia generada por la contaminación del ruido y al absorber los niveles de CO₂, generan condiciones para el hábitat de la fauna silvestre.

De acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, son tres los beneficios que se derivan de las mismas, a saber, beneficios ambientales, beneficios materiales y beneficios sociales.

2.3.1. Beneficios ambientales.

La utilización de las áreas verdes para reducir la contaminación del aire es una técnica bastante eficaz, a la vez que proporciona otro tipo de beneficios tales como la generación de externalidades positivas haciendo un entorno más ameno a los habitantes del área circundante. Concretamente, la contaminación del aire se ve reducida cuando las partículas suspendidas en el aire (PM₁₀, por ejemplo), son retenidas por la vegetación. Asimismo, algunas plantas tienen la capacidad de absorber ciertos gases tóxicos para el ser humano que se originan en los tubos de escape de los vehículos y que constituyen una de las fuentes más importantes de contaminación del aire (Nowak et al. 1997). El dióxido de carbono es uno de los principales componentes de la contaminación del aire, causante del denominado “efecto invernadero” y que puede ser reducido a través de las áreas verdes. La vegetación puede realmente jugar un papel doble en la reducción de la contaminación; en primer lugar, las plantas absorben el dióxido de carbono por medio de la fotosíntesis convirtiéndolo en oxígeno que es devuelto al medio ambiente; en segundo lugar, la existencia de vegetación extensa puede permitir reducir el exceso de calor y por tanto, los habitantes de la zona urbana requerirán menor cantidad de combustibles fósiles para calentarse, disminuyendo la producción de dióxido de carbono.

La vegetación juega también un papel importante en la regulación climática. Puede proporcionar un incremento significativo en el confort de las personas, al influir sobre el grado de radiación solar, movimiento del viento, humedad, temperatura del aire, protección contra fuertes lluvias, etc.

Un adecuado programa de manejo de áreas verdes, puede permitir una reducción del consumo energético. En épocas de clima cálido, la concentración de pavimento y cemento, genera un calentamiento en zonas carentes de aire acondicionado, aspecto que requiere del uso de energía para mejorar las condiciones de la población. También el enfriamiento de los edificios requiere de energía para proporcionar de un ambiente más fresco a sus habitantes; este efecto puede ser reducido mediante la plantación de gran cantidad de vegetación en zonas densamente pobladas. Estudios urbanos en Chicago muestran que al incrementar el arbolado de la ciudad en un 10%, es posible reducir el uso de energía destinado a calefacción y refrigeración entre un 5 y 10% (McPherson et al. 1994).

El proceso de tratamiento de aguas residuales en estanques de plantas de sedimentación, debe ser considerado como una alternativa viable, aun si solamente fuera una medida parcial, ya que genera un conjunto de beneficios económicos y ecológicos. Una buena cantidad de ciudades de la región enfrentan grandes retos en el tratamiento de aguas residuales y podrían explorar si los estanques de retención de aguas -integrados al sistema de áreas verdes- ayudarían al tratamiento de esas aguas de una manera económica y ecológicamente aceptable. En varios lugares, las lagunas, ríos y humedales se han convertido en parte del tratamiento o pre-tratamiento natural de aguas residuales, así como también, prestan sus servicios de recreación y hábitat para fauna, así como para usos estéticos y educativos. Los humedales representan uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad a nivel mundial. El uso de estos recursos para el tratamiento terciario de aguas residuales podría ampliar de manera significativa el hábitat y enriquecer la biodiversidad de flora y fauna a lo largo de las corrientes de áreas suburbanas y rurales que sirven como fuente de agua.

Otra de las funciones importantes de las áreas verdes, radica en el control de las inundaciones. Los humedales y parques, son importante componentes del sistema de control de inundaciones en una ciudad. Si se procede a ubicar a los parques de la ciudad y los espacios verdes en zonas de alta probabilidad de inundación de ríos, arroyos u otros sistemas de drenaje natural, es posible incrementar la superficie permeable disponible para captación

de agua, así como reducir las tasas de velocidad de las corrientes (comparado con superficies sin vegetación como el asfalto) y, de esta forma, eliminar daños a edificios o asentamientos humanos, que de otra manera podrían haber sido construidos en el área.

Los árboles y la vegetación pueden también ayudar a reducir la contaminación del ruido mediante cinco posibles alternativas: absorción del sonido que elimina el ruido; por desviación, se altera la dirección del sonido; por reflexión, el sonido rebota a su fuente de origen; por refracción, las ondas del sonido se doblan alrededor del objeto y; por ocultación, se cubre el sonido no deseado por otro más placentero.

Los derrumbes de lodo, al final de la estación de lluvias, son una constante amenaza para las vidas y casas de sus habitantes. El desarrollo urbano en sitios de alto riesgo, combinado con poca cobertura vegetal, aumenta la propensión a los derrumbes que con frecuencia siguen a las lluvias torrenciales (Bernstein, 1994). Mucho de ese riesgo puede ser reducido a través de plantaciones de especies resistentes para detener el suelo erosionado en laderas de gran pendiente.

Las áreas verdes urbanas ofrecen varias soluciones al dilema de cómo disponer la basura. Existen muchas formas de reciclaje de basura y nutrientes, las cuales están en uso actualmente en otras partes del mundo. Por ejemplo, los países asiáticos han desarrollado ciclos de "circuito cerrado" donde los desechos orgánicos se utilizan para alimentar pollos, cerdos y ganado; los lodos de los estanques de sedimentación se usan como fertilizante agrícola; y las aguas residuales se reciclan para riego agrícola y acuicultura. En América Latina y el Caribe, se tienen algunos ejemplos de sistemas de reciclaje de aguas residuales destinados al riego, que se encuentran en operación en Lima, Perú y Bogotá, Colombia. La producción de abono orgánico originado por la basura es otra alternativa viable para manejar los desechos. Los materiales de origen orgánico que se encuentran entre los desechos de una ciudad, pueden ser transformados en abono para producir mejoradores de calidad de suelos, reduciendo el volumen de desperdicios urbanos y por lo tanto, los costos de disposición final de dichos residuos.

Las áreas verdes urbanas proporcionan hábitat a un considerable número de especies de pájaros y animales. Especies locales habituadas a las condiciones urbanas, han logrado que, los residentes urbanos se hayan familiarizados con las mismas. Los humedales en áreas

suburbanas ofrecen algunos de los ecosistemas naturales más productivos del mundo como áreas que permiten la transición entre ambientes acuáticos y terrestres.

2.3.2. Beneficios materiales.

En América Latina, del 25 al 75 % de la población, cultiva alguna clase de alimento, legumbre, hortaliza o fruta en espacios verdes, dependiendo de la disponibilidad de parcela, el clima predominante en la zona y las costumbres reinantes. Dependiendo de la región o país, esta práctica puede proporcionar no sólo una fuente importante de alimentación, sino también de ingresos. La actividad primaria de la agricultura se constituye en la base de alimentación de una sociedad y fuente de generación de ingresos para la formación del capital industrial, al igual que otras actividades extractivas como la minería, la pesquería y la silvicultura. De esta manera, el beneficio que proporcionan las áreas verdes al sustento de la sociedad, resulta ser en extremo importante. La demanda de madera, leña, así como forrajes, hace de las áreas verdes el factor fundamental para la provisión de estos bienes a otras actividades productivas.

2.3.3. Beneficios sociales.

Los beneficios que proporcionan las áreas verdes urbanas a la salud de las personas, son bastantes; aunque resulte difícil cuantificarlos. Al mejorar la calidad del aire como consecuencia de la vegetación, se producen circunstancias que impactan positivamente en la salud física, con beneficios directos en la disminución de las enfermedades respiratorias. Quizás menos evidente, pero no menos importante, es el hecho de que las áreas verdes urbanas reducen el estrés y mejoran la salud al contribuir a un ambiente estéticamente placentero y relajante. Asimismo, la sombra que proporcionan los árboles y su consiguiente impacto en la reducción de la temperatura ambiente, es una de las razones por las cuales los habitantes tienden a concentrarse en los parques con áreas verdes. La sombra de los árboles también reduce la exposición a los rayos ultravioleta y en consecuencia disminuye los riesgos de los daños a la salud tales como cáncer de la piel y cataratas (Heisler et al., 1995). Un aspecto importante del manejo de áreas verdes urbanas es el de la generación de empleo para diseñar nuevas áreas verdes apropiadas. Los proyectos de áreas verdes urbanas son intensivos en la utilización de mano de obra y proporcionan trabajos para su puesta en marcha (preparación de la plaza central, suelo, plantación, etc.), así como trabajos más permanentes (mantenimiento, manejo, etc.). También las áreas verdes se constituyen en uno de los principales sitios para recreación en la mayoría de las ciudades, con especial énfasis,

para los residentes de menores ingresos. Estos residentes tienden a frecuentar más los parques locales que los ciudadanos más ricos debido a limitaciones financieras y restricciones en su tiempo libre. Dos condiciones juegan un papel preponderante en este beneficio: primera, que el parque esté a una distancia de viaje accesible a los individuos y, segunda, debe tener los atractivos que la gente prefiere.

Los parques y otras áreas verdes también proporcionan oportunidades para los residentes urbanos; haciéndolos partícipes de su gestión y desarrollo es posible incorporarlos en procesos de educación ambiental en beneficio de la colectividad.

2.4. Las áreas verdes urbanas en la ciudad de La Paz.

2.4.1. Antecedentes.

De acuerdo con información del Instituto Nacional de Estadística (INE), la ciudad de La Paz, contaba con una población de 916.571 habitantes. La distribución de la población entre urbana y rural arroja un 99,5 % de población urbana, quedando una mínima población rural. En 2015, la economía de La Paz creció por encima del promedio nacional al alcanzar una tasa de 6,8%. En el informe del INE se observa que las actividades económicas que mayor incidencia tienen en la economía de La Paz son los servicios de la administración pública, industria manufacturera, comercio, transporte, almacenamiento y comunicaciones. Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a empresas tienen una participación en el PIB del 8,52 %, seguido por el sector de construcción con el 6,81%.

Entre 2001 y 2013 el crecimiento de la mancha urbana fue igual a 55% (3.242 hectáreas). Se estima que La Paz crecerá en superficie a un 3,7% (10,6 hectáreas) para el 2017. El municipio de La Paz, alberga muchas actividades de repercusión nacional, donde su dinámica trasciende a sus límites jurisdiccionales. Gran parte de la población de los Municipios aledaños se trasladan diariamente a esta ciudad y viceversa, conformando una sola conurbación integrada por los Municipios de La Paz, El Alto, Palca, Mecapaca, Achocalla, Viacha, Pucarani y Laja, denominada Región Metropolitana de La Paz (RMLP). Casi 330 mil personas acuden a la ciudad de La Paz a trabajar, estudiar, por servicios de salud, etc., exigiendo infraestructura, servicios urbanos, empleo y mejor calidad de vida.

La dinámica poblacional de La Paz y la escasa superficie de terrenos aptos, muestra una disponibilidad de espacios verdes muy baja. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) la densidad de zonas verdes promedio (DZV) aconsejable para una ciudad es por lo menos de 9 m²/habitante y como óptimo de 12m²/habitante. De acuerdo a información de la Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE) para el año 2014, La Paz tenía 2,42 m²/habitante, lo que equivale al 27 % de lo mínimo recomendado por la OMS.

Lo anterior podría afectar el bienestar de los habitantes de la ciudad de La Paz, por lo que es importante que se desarrollen políticas públicas que apunten a aumentar la cantidad de zonas verdes disponibles en la ciudad y, dado que para la toma de decisiones es necesario expresar los posibles beneficios o costos en unidades monetarias, el objetivo de la presente investigación es mostrar, en términos económicos, cómo las zonas verdes urbanas influyen en los precios de las viviendas.

2.4.2. El contexto.

Hasta fines de los años noventa, en el panorama nacional e internacional, la referencia visual de la ciudad de La Paz estaba dada por un conjunto de cerros y taludes color tierra, así como una jungla de cemento de color gris. Hasta ese entonces, no cabía en el imaginario colectivo que en esta ciudad, a 3.600 metros sobre el nivel del mar, podría darse la existencia de espacios verdes que permitan transformar la calidad de vida de sus habitantes. En ese entonces, el paisaje agreste y sombrío de La Paz, hacía que alrededor de un millón de personas que la habitan, también mantenga un espíritu de desinterés por su ciudad. No cabía la posibilidad de generar y desarrollar grandes extensiones de terreno para reverdecer la ciudad.

El 19 de febrero de 2002, una granizada azotó el centro de la ciudad de La Paz. Es un fenómeno meteorológico habitual en época de lluvias (diciembre-marzo). Sin embargo, en ese momento, el ascenso de un aire algo más húmedo que durante el resto del año, favorecido por las temperaturas medias más cálidas del verano andino resultó ser muy fuerte, forzado localmente por la topografía de la hondonada con declives abruptos donde la aglomeración de La Paz se despliega entre 3,200 y 4,100 metros de altura.

Ese día la masa de nubes sobre La Paz presentó una altura de 10 kilómetros y alimentó una granizada que duró una hora y media, tiempo durante el cual la temperatura media en el suelo pasó de 13 a 8 grados Celsius. Ese día, el volumen total de las precipitaciones

registradas alcanzó una altura de 41 mm de los cuales 39,4 mm en apenas una hora. Es el evento más fuerte registrado desde 1976, fecha en la cual el volumen había alcanzado 32 mm (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2002).

La granizada provocó inundaciones y deslizamientos de tierra en la aglomeración paceña, ocasionando a su vez importantes estragos. Se puede enumerar al menos 69 muertos —la mayor parte fueron vendedoras de la calle del sector informal— 130 heridos y 50 desaparecidos. Los daños estructurales fueron evaluados en 10 millones de dólares (daños en las vías de comunicación, los vehículos, los edificios públicos y privados como el centro de salud Policonsultorio de la Caja Nacional de Salud en la Avenida Manco Kapac), además de las interrupciones de alimentación en energía eléctrica y en agua potable que agravaron los disfuncionamientos de la fase de urgencia. Además, aproximadamente 200 familias se vieron obligadas a abandonar sus viviendas damnificadas (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2002).

A partir de este hecho, las autoridades recién tomaron conciencia de este tipo de problemas que demostraron la vulnerabilidad de la ciudad ante estos fenómenos climatológicos y, luego de atender las urgencias, comenzaron a trabajar en una política de gestión de riesgos de carácter permanente dentro del municipio.

Dentro de la política, se consideró el incremento y generación de áreas verdes en la ciudad dado que, si se procede a ubicar a los parques de la ciudad y los espacios verdes en zonas de alta probabilidad de inundación de ríos, arroyos u otros sistemas de drenaje natural, es posible incrementar la superficie permeable disponible para captación de agua, así como reducir las tasas de velocidad de las corrientes (comparado con superficies sin vegetación como el asfalto) y, de esta forma, eliminar daños a edificios o asentamientos humanos, que de otra manera podrían haber sido construidos en el área.

2.4.3. Aspectos generales de las áreas verdes.

El año 2003, el Gobierno Municipal de la ciudad de La Paz (GMLP), planteó la conformación de la primera empresa municipal de manejo y gestión de áreas verdes (EMAVERDE), con el objetivo de generar y desarrollar inmensas áreas desaprovechadas para elevar paulatinamente la calidad de vida de la sociedad y cambiar la cara de la ciudad, acorde con su rol de Sede de Gobierno.

La empresa avanzó en la categorización actual de las áreas verdes de la ciudad de La Paz, en cuatro categorías de parques: (1) grandes parques distritales, (2) parques distritales y barriales, (3) plazas de la ciudad, y (4) jardines de la ciudad.

La figura 1, presenta la composición de áreas verdes en función de la clasificación establecida por la empresa municipal de áreas verdes de la ciudad de La Paz:

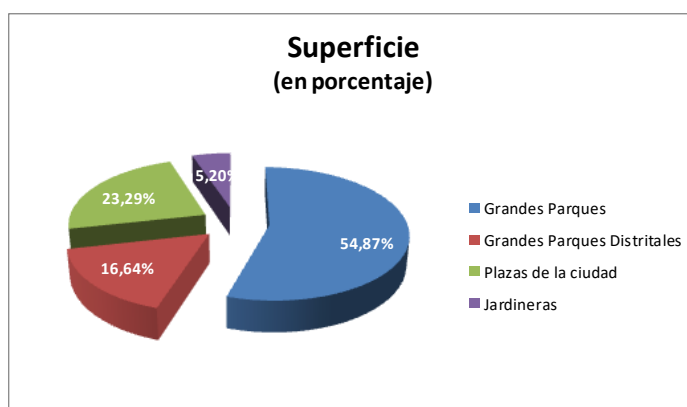


Figura 1 : Áreas Verdes Urbanas de la ciudad de La Paz

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

La categoría que comprende los “grandes parques” de la ciudad de La Paz ocupa alrededor del 55 % de la superficie total de áreas verdes. En segundo lugar, se ubican las “plazas de la ciudad” con un 23 %, y en tercer lugar los “grandes parques distritales” que si bien poseen una gran extensión, en número no pasan de tres.

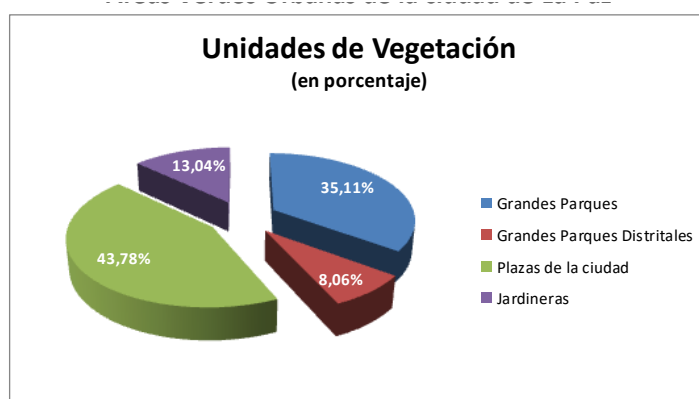


Figura 2 : Áreas Verdes Urbanas de la ciudad de La Paz

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

La figura 2 presenta la distribución de la cobertura vegetal, más propiamente denominada “Unidades de Vegetación”. Por unidad de vegetación, se entiende colectiva y exhaustivamente a la cantidad de árboles, arbustos y/o plantas que se encuentran en determinada área verde. Una determinada área verde, puede tener mayor o menor cantidad de unidades de vegetación, tales como plantas, flores, arbustos, etc. De acuerdo a la clasificación anterior, presenta un escenario diferente al planteado por la distribución de la superficie. El mayor número de unidades de vegetación, se concentra en las “plazas de la ciudad” con un 44 %, seguida de los “grandes parques” con un 35 % y en menor magnitud aparecen las “Jardineras de la ciudad” con un 13.04 %. Este gráfico, muestra el bajo grado de cobertura vegetal que existe en la ciudad, con un nivel de aprovechamiento del suelo muy escaso frente a las dimensiones de la superficie destinada a cobertura vegetal.

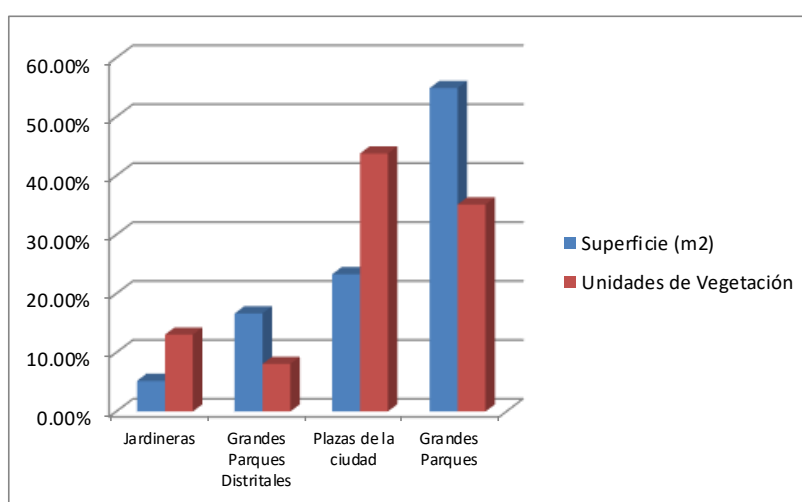


Figura 3: Superficie vs Unidades de Vegetación - Áreas Verdes Urbanas de la ciudad de La Paz

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

La Figura 3, muestra la comparación entre la distribución de superficie de áreas verdes, versus la distribución de unidades de vegetación, en función a la clasificación planteada anteriormente. Es posible apreciar que no existe un patrón definido de distribución de las áreas verdes en función a la superficie. Factores tales como la calidad del suelo y la topografía, son determinantes en el momento de establecer la cantidad de unidades de vegetación por área verde. No debe dejarse de lado que, el contexto de la ciudad a más de 3,600 metros sobre el nivel del mar, es un condicionante fundamental, para el desarrollo de dichas áreas verdes.

Siguiendo el patrón de análisis anterior, es importante mirar la relación superficie – unidades de vegetación por tipología clasificatoria. La Figura 4 nos presenta dicha relación para los grandes parques de la ciudad de La Paz:

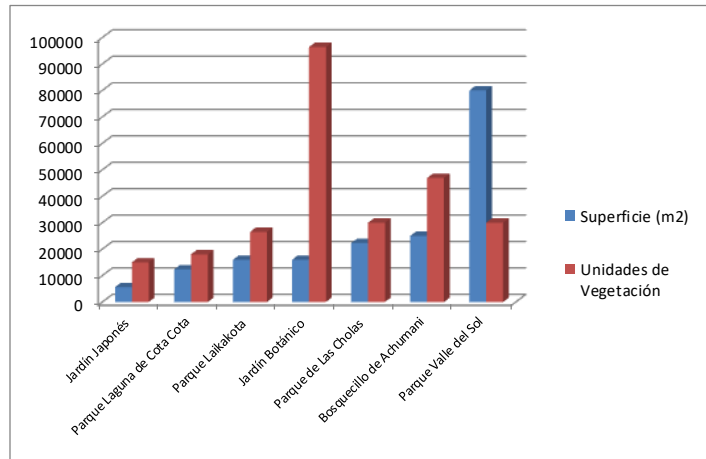


Figura 4 : Grandes Parques de la ciudad de La Paz

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Se aprecia una gran variabilidad en dos parques de la ciudad: El primero, Jardín Botánico con menor extensión de terreno y mayor cantidad de unidades de vegetación y; el segundo, Parque Valle del Sol, con una mayor extensión de terreno y menor cantidad de unidades de vegetación. La razón de estas diferencias radica en el objetivo con el cual fueron creados estos espacios verdes y en la fertilidad del suelo, por el otro. El Jardín Botánico responde más a un espacio de desarrollo de especies ornamentales y de otros tipos con fines investigativos. El Parque Valle del Sol, responde a un fin recreacional masivo.

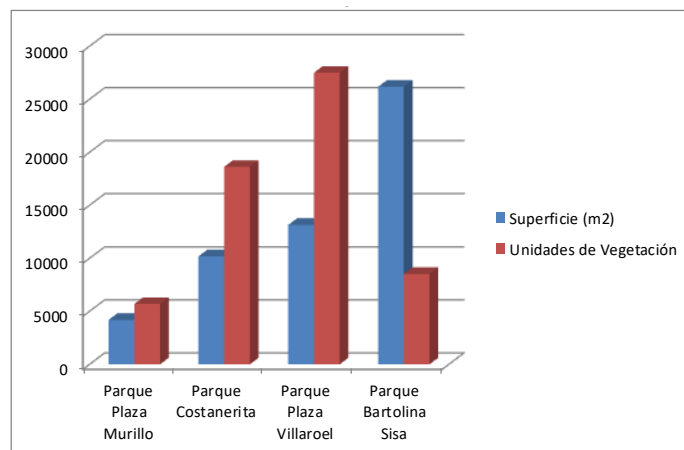


Figura 5: Grandes Parques Distritales

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Para el caso de los Grandes Parques Distritales (ver figura 5), en general, el comportamiento de la relación superficie – unidades de vegetación sigue un patrón homogéneo, con excepción del Parque Bartolina Sisa que, por su extensa superficie, muestra pocas unidades de vegetación. En dicho parque, aún queda mucho espacio por aprovechar con la siembra de diferentes especies de plantas.

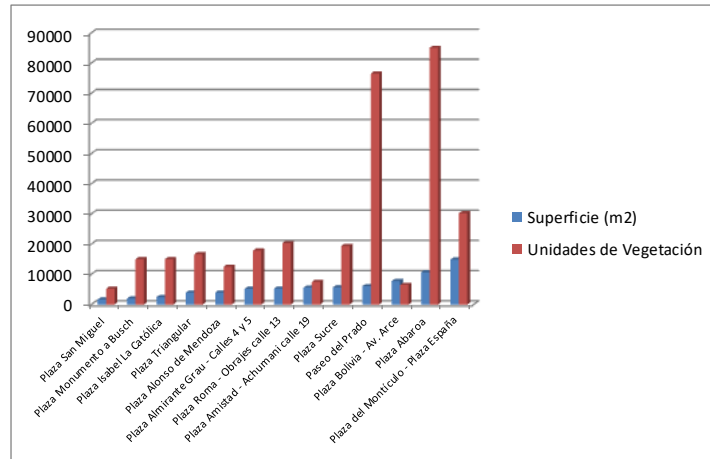


Figura 6: Plazas de la ciudad

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Las plazas de la ciudad, tradicionalmente han sido reconocidas como el mayor espacio de áreas verdes por excelencia. Se puede apreciar el buen aprovechamiento del espacio donde el número de unidades de vegetación, para la modesta extensión, es importante (Ver Figura 6). Juega un rol central, la presencia de gran cantidad de flores ornamentales que adornan dichos espacios.

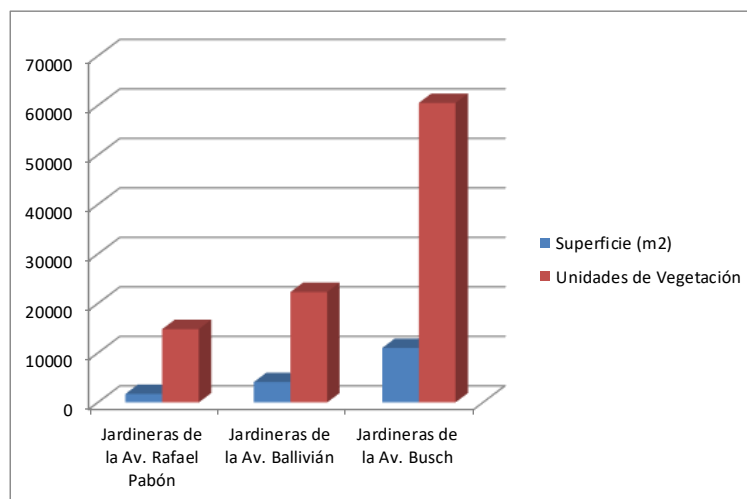


Figura 7 : Jardineras

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Las jardineras son espacios localizados entre avenidas, que se caracterizan por estar adornados de una infinidad de flores. Son muy pocas las jardineras importantes, dado que en la ciudad de La Paz la cantidad de avenidas con espacios para este tipo de áreas verdes, es muy reducido. En los últimos años se ha podido apreciar su importancia, dado que periódicamente son cambiadas las especies, proporcionando diferentes tonalidades de colores, de acuerdo a las distintas épocas del año.

La Figura 8, resume la distribución de las unidades de vegetación por superficie de área verde, ratificando el hecho de la escasa o poca utilización del espacio disponible al interior de las mismas áreas verdes y por ende, es necesario conocer la disponibilidad a pagar de quienes se benefician de su presencia.

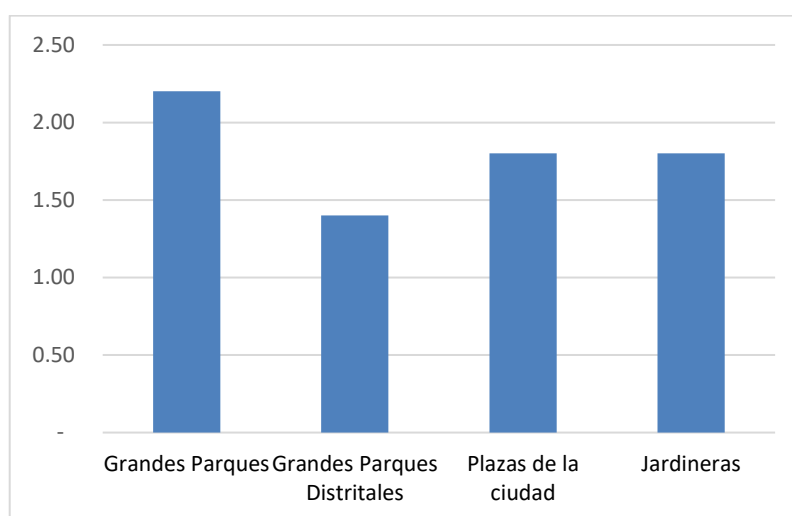


Figura 8: La Paz - Unidades de Vegetación/superficie de área verde (en m2)

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Método de precios hedónicos (MPH).

Los modelos de valoración de precios hedónicos son usados con frecuencia para identificar la posible relación entre las características de entorno de las viviendas y los precios de las mismas. Así, el valor de un bien no mercadeable (en este caso, un atributo o característica de entorno de la vivienda) es susceptible de ser estimado a partir de las variaciones observadas en el precio de un bien mercadeable (la vivienda) relacionado con el primero. Sin embargo, la medida de una característica en particular, es seleccionada, con frecuencia, en base a la conveniencia (vale decir, disponibilidad de información o preferencias reveladas, por ejemplo) y por lo tanto, las variables que reflejen diferentes percepciones acerca de la misma, pueden resultar en precios implícitos que varían sustancialmente (Rosen, 1974).

Dada la anterior consideración, la elección por parte de un individuo de un determinado bien de su cesta de consumo (vivienda, en este caso) estará condicionada por sus preferencias, por su ingreso y por las diferencias en los precios de los atributos que son inherentes a cada propiedad habitacional. Así, un consumidor, implícitamente, al elegir un bien que se compone de varios otros bienes no mercadeables (atributos y/o características) estará eligiendo la cantidad de atributos y/o características que hacen a ese bien. Este hecho contrasta lo que se podría elegir en un mercado “bien establecido” donde se emiten señales (precios) que reflejan enteramente las transacciones de los bienes involucrados en el intercambio.

El mercado de vivienda, muestra un producto totalmente diferenciado debido a varias características que pueden exhibir distinto tipo de viviendas. Este argumento otorga la posibilidad de analizar la demanda por viviendas, sin considerarlas como unidades globales, sino a partir de sus características propias. Como consecuencia de la heterogeneidad de las viviendas, se dificulta la modelación de dicho mercado a través de métodos comunes de la economía, ya que no se caracteriza por tener un precio único, sino más bien un rango de precios que depende de las características o de la calidad que pueda exhibir el bien. De esta

manera, la metodología de precios hedónicos brinda la oportunidad de analizar a los bienes heterogéneos desde la perspectiva de un conjunto compuesto por partes, cuyo grado de homogeneidad tiende a ser mayor. Aun cuando se considere como una totalidad, una canasta de bienes tal vez no exhiba un solo precio, pero los atributos y/o características que la componen sí, o como mínimo, se componen de una estructura común de precios.

3.1.1. La metodología.

Comenzamos exponiendo los principios básicos del método de valoración económica basado en precios hedónicos. El modelo en sí equivale a la descripción de un equilibrio competitivo, en un plano de varias dimensiones en el cual se hallan localizados compradores y vendedores de viviendas. Supongamos que los consumidores obtienen utilidad del consumo de un bien diferenciado (en nuestro caso, la vivienda) el cual queda representado por un vector $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ que corresponde a las “i” características estructurales que contiene el inmueble (por ejemplo, el número de habitaciones, metros cuadrados de superficie, metros cuadrados construidos, número de baños, etc.) y un vector $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ de atributos de entorno y/o ambientales (por ejemplo, cercanía a parques urbanos o áreas verdes, nivel de ruido, emisión de olores, etc.). De esta manera, se puede expresar el precio de la vivienda como una función de las características y de los atributos de la misma:

$$P = P(Z, A)$$

El equilibrio hedónico se alcanza a partir de los procesos de optimización que realizan tanto consumidores como productores y de la interacción que llevan a cabo ellos en el mercado. En particular, un precio $P(Z) = P(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n)$ está definido en metros cuadrados por superficie de área construida y guía las decisiones localizadas de elección para compradores y vendedores respecto a paquetes de características comprados y vendidos.

Un punto importante. Una contribución temprana al problema de la variación en la calidad y la teoría del comportamiento del consumidor fue realizada por Houthakker (1952). Su análisis fue diseñado para tomar en cuenta el hecho de que los consumidores compran fracciones verdaderamente insignificantes de todos los bienes disponibles para ellos, sin tener que lidiar con una gran variedad de soluciones de esquina requerido por la teoría convencional. Este tratamiento virtual de Houthakker se preserva en el modelo planteado.

La elección de una determinada vivienda, implica a su vez, la elección de un vector A de atributos y un vector Z de características propias de la vivienda. Asimismo, los individuos escogen un bien compuesto X que comprende al conjunto de los otros bienes que forman parte de su consumo. Por lo tanto, dada la restricción presupuestaria de los hogares la cual se encuentra limitada por su ingreso M, la elección que maximiza el bienestar del consumidor será distribuida entre gasto en vivienda o gasto en el bien compuesto X. Tal como habíamos señalado, el gasto destinado a vivienda resulta ser una función de los precios hedónicos de la vivienda P(Z,A), el cual mide la relación de equilibrio entre los precios de la vivienda, el vector de características propias Z y el vector de atributos A.

Además, cada hogar exhibe diferentes características socioeconómicas que se representan por medio de un vector $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$. De esta forma, las preferencias de los hogares pueden representarse mediante una función de utilidad: $U(Z, A, X; \alpha)$. Se asume que es estrictamente cóncava. El problema de maximización de la utilidad del consumidor es planteado de la siguiente forma:

$$\max_{X, Z, A} U(Z, A, X; \alpha) \quad \text{sujeto a } P(Z, A) + X = M$$

Por simplicidad, se fija el precio del bien compuesto en 1, lo cual permite medir el ingreso (M) en términos de las unidades de X. A partir de la solución a este problema, se obtiene la función de postura o pago del consumidor, la cual representa la disponibilidad a pagar que el individuo tiene por un bien que cuenta con un vector de características Z y un vector de atributos A, $\varphi(Z, A, M, U; \alpha)$ tomando como dados los niveles del ingreso y de la utilidad. Si se plantea la función de postura de la siguiente otra forma: $U(Z, A, M - \varphi) = u$, entonces es posible apreciar, que un cambio en el ingreso, ocasionará un cambio en la postura. Por su parte, la derivada de la función de postura respecto a una característica en particular z_i viene dada por, $\frac{\delta \varphi(Z, A, M, u; \alpha)}{\delta z_i}$ que representa la tasa a la cual un hogar estaría dispuesto a modificar su gasto en vivienda en virtud de un cambio en la característica i , permaneciendo su nivel de utilidad invariable.

Las condiciones de primer orden del problema de maximización de los hogares establecen que la tasa marginal de sustitución entre una de las características “Z” y el bien compuesto “X” es igual al precio (hedónico) marginal de la característica i :

$$\frac{U_{zi}(Z, A, X; \alpha)}{U_x(Z, A, X; \alpha)} = P_{zi}(Z, A) = \frac{\delta \varphi(Z, A, M, u; \alpha)}{\delta z_i} \quad \text{con } i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Siguiendo la misma lógica, la tasa marginal de sustitución entre un atributo cualquiera y el bien compuesto es igual al precio de dicho atributo, que a su vez, es igual a la postura o regateo marginal por el atributo.

En resumen y a partir de las condiciones de primer orden del problema del consumidor, se puede apreciar que en el óptimo, la pendiente de la función de postura es igual al precio hedónico para cada característica i . De ser posible la estimación del precio hedónico de una característica cualquiera en el marco de la optimización, será posible obtener información con relación a las preferencias del consumidor o a su disponibilidad a pagar por los atributos de la elección realizada.

Pasemos ahora al análisis del problema desde el punto de vista de los productores, es decir, los constructores de viviendas. Estos se enfrentan a la elección tanto del tipo como la cantidad de casas o apartamentos que van a construir. Un productor (constructor) posee una función de costos que representaremos como $C(Z,A,N;\beta)$ donde N es el número de unidades producidas y β representa un vector de condiciones tecnológicas dadas y de precios de factores. Con estas consideraciones, el problema de maximización de beneficios del productor que, es tomador de precios viene dada por:

$$\max_{Z,A,N} \pi = NP(Z,A) - C(Z,A,N;\beta)$$

La solución a este problema nos proporciona la función de oferta $\rho(Z,A,N;\beta)$, que representa el precio unitario que un productor, en este caso, un constructor o vendedor de inmuebles, puede aceptar por una unidad de vivienda que exhibe determinadas características Z y atributos A .

Las condiciones de primer orden exigen que el precio marginal de cada característica sea igual al costo marginal por unidad de esa característica. El nivel de producto debe balancear su precio con su costo marginal:

$$\frac{\partial P}{\partial Z_i} = \frac{\partial C}{\partial Z_i}$$

Los respectivos equilibrios se determinan a través de la interacción de consumidores y productores. Para obtener una mejor comprensión de este hecho, uno debe imaginarse que el proceso de interacción funciona como si fuera una subasta en la cual, el productor ofrece el bien en cuestión y el consumidor “regatea” por el precio de ese bien con características

heterogéneas. Así, los consumidores actuarán buscando pagar la menor cantidad de dinero por el bien en cuestión (vivienda) de tal forma que maximicen su utilidad. A su vez, los productores (oferentes de viviendas) también buscarán la maximización de sus beneficios. El mecanismo del mercado permitirá el equilibrio de intereses, llevando a que los consumidores no aumenten su utilidad al escoger un producto diferente y las firmas no puedan aumentar sus ganancias variando la cantidad o la versión de su producto.

En el equilibrio las funciones de oferta y de postura serán tangentes y la función de precios hedónicos se constituirá en la envolvente de las funciones de oferta y postura en los puntos en los cuales sean tangentes.

Gráficamente, tal como lo plantea Palmquist (1991) se puede apreciar la función de precios hedónicos que representa el equilibrio bajo el supuesto de que dicha función exhibe concavidad:

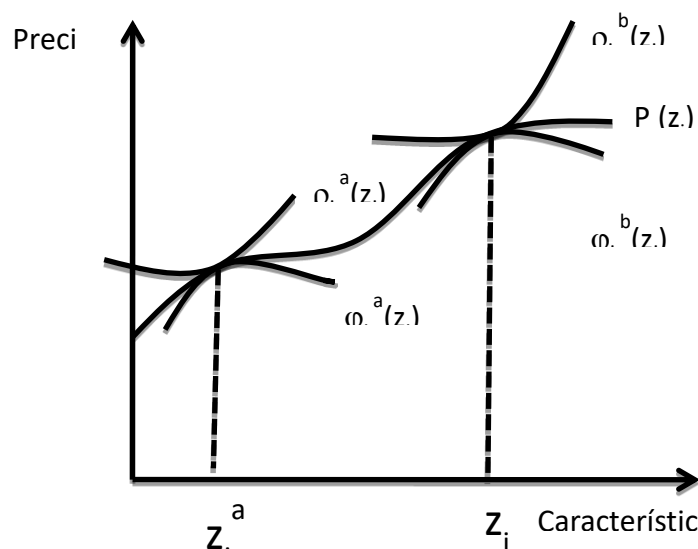


Figura 9: Función de Precios Hedónicos

Fuente: Rosen Sherwin (1974) "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition"¹

De esta forma, la función de precio hedónico es una doble envolvente de las familias de curvas de postura (demanda) y de las curvas de ofertas de todas las familias y las empresas respectivamente (Rosen, 1974). Dada la característica de la doble envolvente, la función de

¹ Rosen Sherwin (1974) "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition". Journal of Political Economics, vol.30. pp 35-55.

precio hedónico depende de los determinantes del lado de la oferta y demanda de las características del mercado.

Para que todas las firmas e individuos estén en equilibrio, todas las curvas de postura y de ofertas por las características, de cada participante en el mercado, deben ser tangentes a la función de precios hedónicos.

El precio marginal implícito de una característica puede ser encontrado a partir de

$$\frac{\delta P}{\delta z_i} = P_{z_i}(Z, A)$$

Tal expresión señala el incremento en el gasto en vivienda requerido para obtener una unidad habitacional con una unidad adicional de la característica z_i , mientras no se presenten cambios en las otras variables. Si la ecuación es lineal en las características, entonces los precios implícitos son constantes para todos los individuos. Pero si la ecuación es no lineal, entonces el precio implícito de una unidad adicional de una característica depende de la cantidad de la característica adquirida.

Si la función implícita marginal es lineal en z_i , entonces no es posible la identificación de una curva de demanda por z_i . Al observar el precio, se aprecia que es el mismo para todos los individuos. La interpretación de P_{z_i} corresponde a la Disposición Marginal a Pagar por la característica z_i o el beneficio marginal por cambios pequeños en z_i para cada individuo. En cambio, si la función de precios hedónicos es no lineal, cada individuo selecciona diferentes canastas de características, por lo que tendrá distintos precios marginales implícitos por z_i .

Por otra parte, aún no está clara la forma funcional que pueda exhibir la función de precios hedónicos, aspecto que todavía constituye una discusión en el campo teórico. Muchos trabajos sobre modelos hedónicos plantean los problemas existentes con esta metodología que aún está en la palestra del debate.

El análisis del mercado de la vivienda puede tomar diferentes matices de acuerdo a las características y los atributos que se quieran cuantificar, aspecto que no siempre resulta fácil y puede conducir a complicaciones a tiempo de realizar la estimación econométrica. La modelación de los mercados de viviendas requiere de información relativa a las características particulares de una casa o departamento. En muchos casos, este aspecto puede

tornarse en una labor complicada y de elevado costo, que limita los resultados de la investigación.

Los estudios hedónicos, en su mayoría, no consideran aspectos relacionados con la dimensión espacial que tienen los mercados de vivienda. De esta manera, se estaría desestimando los costos asociados al transporte, que son un factor importante con relación a las posibilidades de acceso a determinados lugares.

Por otro lado, la concavidad o convexidad de la función hedónica, también ha sido motivo de discusiones y el punto central del tema está íntimamente relacionado con las implicaciones que puede tener un modelo estimado en sus resultados respecto a las condiciones de segundo orden propias del problema de maximización del consumidor.

Si bien la idea resulta clara, se presentan una serie de limitaciones en el trabajo empírico al determinar las características o atributos del bien en cuestión. Normalmente los bienes no difieren en una característica o atributo de interés, sino en varios. En el caso de la vivienda se pueden apreciar terrenos de diferentes tamaños, o en su caso, parques con diferentes dimensiones en cuanto a superficie, áreas verdes y amenidades; hecho que ocasiona una dificultad en el momento de la estimación: determinar cuál o cuáles de los atributos explican la diferencia de precio. Este es el motivo que exige una desagregación del precio para así analizar el efecto de cada característica o atributo.

La estimación econométrica de la función de precios hedónicos presenta diferentes tipos de dificultades. Una de ellas hace referencia a la elección de la forma funcional y de las variables que permita evitar problemas de colinealidad o multicolinealidad, heterocedasticidad potencial o violación del supuesto sobre la normalidad de los errores, entre otros. La colinealidad tiene consecuencias particularmente complicadas y se origina, principalmente, en la similitud de las preferencias de los hogares y a las limitaciones tecnológicas en la construcción de viviendas; además, los atributos dentro de una misma localidad tienden a tener una correlación bastante alta (por ejemplo, existe una alta posibilidad que una vivienda con más de 4 habitaciones tenga más de dos baños). Las características y los atributos observados parecen no variar lo suficiente y entre más limitada sea la varianza (y entre mayor sea la tendencia de las variables de moverse en la misma dirección), menor será la precisión de la estimación de los parámetros del modelo. Para

resolver el problema de colinealidad se requiere de más información y de la construcción de bases de datos más exactas.

El objetivo de aplicar un método de valoración, radica en obtener medidas de bienestar por cambios en la calidad ambiental en el área donde se encuentran las propiedades. Rosen (1974) sugirió un procedimiento en dos etapas. En una primera etapa, se procede a la especificación y estimación de la función de precios hedónicos $P(z)$. A partir de la estimación de la ecuación de precios, se calculan los precios marginales $P_{z_i}(Z, A) = \frac{\delta \varphi(Z, A, M, u; \alpha)}{\delta z_i}$ con $i = 1, 2, 3, \dots, n$ para cada una de las características. La anterior derivada representa la disposición marginal a pagar por una característica y en equilibrio debe ser igual a la tasa marginal de sustitución entre la característica y el bien compuesto. Dado que estamos en equilibrio, también debe ser igual a la derivada de la función de postura o de pago que no es otra cosa que la función de oferta por una característica en particular.

Se busca estimar, una ecuación (o en su caso, un sistema de ecuaciones, en función a la disponibilidad de información), donde la variable dependiente es $\frac{\partial P(z)}{\partial z_i}$ y las variables explicativas son las características del bien y algunas variables asociadas al individuo o a la firma (tales como el ingreso u otras características socioeconómicas, características de la firma).

Rosen (1974) sostiene que las funciones marginales de la DAP, efectivamente son precios de demanda para cantidades adicionales de z_i , para un nivel de utilidad constante. Corresponden, de esta forma, a la inversa de las funciones de demanda compensadas. En el equilibrio, la derivada de la función de precios, es igual a la derivada de la función de pago o postura.

Si bien resulta de vital importancia la inclusión del comportamiento revelado por consumidores y productores en el mercado, para los fines del estudio, desde una visión netamente ambiental, la información primordial se halla contenida en el comportamiento del consumidor. Es decir, es posible concentrarse únicamente en la ruta del precio de equilibrio y en las decisiones del consumidor para obtener medidas de bienestar. En conclusión, se asume que, la curva de oferta es completamente inelástica.

Asumiendo que es posible la estimación de la ecuación marginal de pago, es decir, si se tiene una aproximación de $\frac{\delta\varphi(Z,A,M,u;\alpha)}{\delta z_i} = \frac{\partial P(z)}{\partial z_i}$, es posible utilizar para calcular medidas de bienestar por cambios, marginales como no marginales, en la variable ambiental. Se efectúa empleando el procedimiento de integración usado para obtener el excedente del consumidor. Sin embargo, la integración debe hacerse con respecto a cambios en z es decir,

$$W = \int_{z_i^1}^{z_i^2} \frac{\delta\varphi(Z, A, M, u; \alpha)}{\delta z_i} dz_i$$

La segunda etapa planteada por Rosen, resulta un tanto más problemática por diversas razones. En general, la senda de precios hedónicos, no es lineal y conlleva restricciones presupuestarias no lineales en el proceso de maximización de los consumidores. Este hecho, a su vez, dificulta la estimación de la función de disposición a pagar. Por otra parte, las variables explicativas son endógenas, ya que el consumidor escoge simultáneamente el precio de la vivienda e implícitamente el precio de las características y los niveles deseados de cada una de éstas. Finalmente, errores en la medición tanto de la variable dependiente como de las variables explicativas, conllevan problemas econométricos en la estimación del modelo y el cálculo de las medidas de bienestar.

3.1.2. Estimación de la función de precios hedónicos.

Un estudio de precios hedónicos tiene como objetivo básico, la estimación de la función de precios. Los propósitos para los cuales se haya efectuado dicha estimación pueden ser diversos. Algunos utilizan para predecir el valor de una propiedad dado un conjunto de atributos previamente definidos. En el caso de incluir dentro de las variables explicativas, algunas vinculadas al medio ambiente, el interés principal radica en la estimación de cambios en el bienestar ocasionados por cambios en las características ambientales, a partir de las variaciones observadas en el precio de las viviendas.

En la estimación, existen tres dificultades que se deben salvar. Una, la forma en la cual se definen las variables dependiente como explicativas relevantes para la estimación de la función objetivo y el cálculo de las medidas de bienestar. Dos, la elección de la forma funcional adecuada para la estimación. Finalmente, los aspectos econométricos de multicolinealidad, de endogeneidad o de errores de medición que se deben analizar en cada aplicación del método.

3.1.2.1. Definición de variables.

- Variable dependiente

El precio implícito de una característica, debe representar el valor presente del flujo de beneficios esperados de esa característica. De esta forma, el valor de la vivienda, deberá ajustarse a la dimensión temporal con la idea de incorporar el cambio en los beneficios sociales, debido a cambios en el precio de las viviendas (Freeman, 2003). Kiel (1995) y Dale et al. (1999) encontraron que los precios de las viviendas se ven afectados negativamente por el descubrimiento de sitios con desechos tóxicos. Sin embargo, el efecto negativo en el valor de las propiedades debido a su cercanía a un sitio contaminado es totalmente compensado en el tiempo cuando existen programas de limpieza de los mismos. En otras palabras, el precio observado del bien, debe incorporar cambios futuros en la condiciones del entorno en la perspectiva de evaluar los beneficios sociales.

- Variables explicativas

La función de precios hedónicos, debe incluir variables relacionadas con el bien (vivienda) y no de los individuos o las firmas, Taylor (2003).

En el caso de la información sobre la calidad ambiental, ésta debe ser incorporada a la función de precios hedónicos a través de algún indicador de calidad ambiental. El problema consiste en identificar cuál es la variable relevante y cómo medirla, ya que la estimación de los beneficios es bastante sensible a la definición de éstas variables. Parson (1990), sostiene que esta forma de incorporar la variable ambiental no es consistente con el principio de maximización de beneficios implícita en el modelo de precios hedónicos. Es importante utilizar una ponderación como el tamaño de la propiedad.

Un elemento importante a tomar en consideración, hace referencia a la diferencia entre medidas objetivas y medidas subjetivas de la variable ambiental. Poor et al (2001), demostró que los dueños de las propiedades, subestiman sistemáticamente la calidad ambiental y que en este contexto, las medidas objetivas son más adecuadas para predecir el precio de las viviendas.

La inclusión o exclusión de variables explicativas está limitada por el grado de multicolinealidad que se pueda generar entre éstas, dado que, el grado de correlación entre dichas variables es alto en estudios de corte transversal. No existe solución satisfactoria a

este problema. La solución obvia es incluir un número adecuado de variables que sean lo menos colineales posibles.

3.1.2.2. Formas Funcionales.

Además de las variables a incluir en el modelo, es importante determinar cómo las variables ambientales afectan el precio. En otras palabras, se debe definir la forma funcional de la función de precios hedónicos, dado que, en general, dicha forma funcional, es desconocida y dado que, la teoría económica no provee indicaciones específicas referidas a la forma funcional de la ecuación de precios hedónicos, es necesario resolver el problema empíricamente.

Las formas funcionales comúnmente usadas son: lineal, semilog, doble log, cuadrática, Box-Cox lineal, translog y Box-Cox cuadrática.

Varios artículos se dedican a la comparación de formas funcionales y evaluación del desempeño estadístico de dichas formas. (Goodman, 1978; Lineman, 1980; Blomquist, 1981; Bender et al, 1980; Halvorsen y Pollakowski, 1980; Milon et al, 1984; Goodman y Kawai, 1986; Rasmussen y Zuehlke, 1990; Graves et al, 1980). Muchos de éstos coinciden en afirmar que la imposición de restricciones en la función de precios, como consecuencia de las formas funcionales más simples o menos flexibles, genera sesgos en la estimación de los parámetros del modelo. Bender et al (1980) extienden el uso de la forma funcional Box Cox Cuadrática a la función de demanda por calidad ambiental. Encuentran que, al igual que en el caso de la ecuación de precios, esta forma funcional presenta los mejores ajustes estadísticos.

Cassel y Mendelsohn (1985) sostienen que a pesar de las bondades de ajuste, son superiores las formas funcionales Box-Cox, sin embargo, éstas pueden ser inadecuadas para la estimación de las medidas de bienestar en la segunda etapa. En esencia, la transformación Box-Cox reduce la precisión de los coeficientes y genera predicciones incorrectas de los precios marginales. Según los autores, los coeficientes de las variables ambientales son más confiables con el uso de formas funcionales simples. La variable ambiental juega un papel menor en la determinación del precio y, por lo tanto, su aporte al ajuste estadístico del modelo es menor. Desde el punto de vista de las medidas de bienestar, el efecto marginal de la calidad ambiental sobre el precio del bien en las formas funcionales más flexibles es

demasiado complejo. Esto no permite una correcta interpretación del resultado y oscurece las propiedades estadísticas del mismo. Finalmente, si la información contiene varias variables dicotómicas (por ejemplo, presencia o ausencia de un atributo), las transformaciones Box-Cox pierden efectividad en la estimación, por la excesiva presencia de ceros y unos.

En el contexto de aplicación de la transformación Box-Cox, una forma muy general y flexible que es generalmente utilizada, es la llamada forma funcional Box -Cox cuadrática:

$$P^{(\theta)} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i z_i^{(\lambda)} + \sum_i^m \sum_j^m \gamma_{ij} z_j^{(\lambda)} z_i^{(\lambda)}$$

Donde,

$$P^{(\theta)} = \frac{(P^\theta - 1)}{\theta} \text{ si } \theta \neq 0, \text{ y } P^{(\theta)} = \ln P \text{ si } \theta = 0$$

$$Z^{(\lambda)} = \frac{(Z^\lambda - 1)}{\lambda} \text{ si } \lambda \neq 0, \text{ y } Z^{(\lambda)} = \ln Z, \text{ si } \lambda = 0.$$

La forma funcional cuadrática provee solamente una aproximación local a la verdadera función. Las formas doblelog, log-lineal, lineal, semilog, entre otras, son casos especiales de la forma general. Gottlieb (1996).

En el trabajo empírico desarrollado que se presenta en secciones posteriores, será posible apreciar que, dadas las características de la información, no se pudo aprovechar la riqueza de la transformación Box-Cox, sin embargo, la estimación cumplió con las exigencias estadísticas requeridas de una buena estimación.

3.2. Contraparte empírica del modelo teórico.

La decisión de comprar una vivienda resulta ser en cierta manera compleja, ya que involucra la elección de diferentes factores que hacen al conjunto del bien compuesto. En ese sentido se puede categorizar a los factores que determinan el precio de una vivienda, en tres grupos: características estructurales, características del entorno y atributos o variables ambientales. La tabla siguiente muestra las variables que se consideraron en el presente estudio. La inclusión de alguna o algunas de ellas responde a inquietudes de tipo secundario, como por ejemplo, ¿qué es lo que más valoran los individuos o las familias en el momento de comprar una vivienda?.

Tabla 1: Listado de variables recolectadas de la muestra

VARIABLES	SIGNO ESPERADO DE LA RELACIÓN CON LA VARIABLE DEPENDIENTE	DESCRIPCIÓN
PRECIO (VARIABLE DEPENDIENTE U OBJETIVO) (P)		Precio de transacción de la vivienda (expresado en US\$)
TIPO (TIPO)	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda es una casa y 0 en el caso que sea un departamento
SUPERFICIE DE ÁREA VERDE (SUPGA)	Positivo	Superficie en metros cuadrados del área verde más cercana a la vivienda
UNIDADES DE VEGETACIÓN (UV)	Positivo	Cantidad de especies de vegetación del área verde más cercana a la vivienda que comprende árboles, arbustos y flores
DISTANCIA (D01)	Negativo	Distancia en metros entre la vivienda y el área verde más cercana
SUPERFICIE (SUP)	Positivo	Superficie construida de la vivienda
HABITACIONES (HAB)	Positivo	Cantidad de habitaciones de la vivienda
BAÑOS (BATH)	Positivo	Cantidad de baños de la vivienda
ESCRITORIO (DESK)	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda tiene escritorio y 0 en caso contrario
SALA DE ESTAR (ESTAR)	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda posee una sala de estar y 0 en caso contrario
TERRAZA (TE)	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda tiene terraza y 0 en caso contrario
JARDÍN (JA)	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda posee jardín y 0 en caso contrario
GARAJE (GA)	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda posee garaje y 0 en caso contrario
CHIMENEA (CHI)	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda posee chimenea y 0 en caso contrario
NUEVO (NEW)	Positivo	Variable que toma el valor de 1 si la vivienda corresponde a una construcción nueva y 0 en caso contrario
PREVENTA (PV)	Negativo	Variable que toma el valor de 1 si la vivienda fue vendida en preventa y 0 en caso contrario

Fuente: Datos obtenidos del Estudio

3.2.1. Recolección de datos, fuentes y tamaño de muestra.

Un problema que se presenta con bastante frecuencia en estudios hedónicos, refiere a la carencia y/o accesibilidad a fuentes de información. En Bolivia, las estadísticas referidas a transacciones del mercado inmobiliario, pueden encontrarse en tres tipos de instituciones: a) Oficina de Derechos Reales dependiente del Poder Judicial; b) sistema financiero y; c) agencias inmobiliarias. Las dos primeras fuentes, no proporcionan información para ningún tipo de estudio por ningún motivo, es decir que su carácter es inaccesible, dado que se maneja con carácter confidencial y mucho hermetismo. Este aspecto dificulta el proceso de acceso a datos que vayan acorde al tipo de investigación a realizar. Las agencias inmobiliarias (no todas) acceden a proporcionar (en este caso, vender) dicha información pero con carácter limitado, porque consideran que, al tratarse de un mercado delicado, dicha información tiene un valor predatorio en caso de que pueda llegar a manos de la competencia.

Es así, que la agencia inmobiliaria consultada (la más grande de la ciudad), proporcionó un total de 618² datos correspondientes a transacciones efectivas de compra/venta de inmuebles de uso residencial, seleccionadas mediante muestreo, entre casas y apartamentos para el periodo 2015. Estos datos corresponden a un total de 39 zonas de la ciudad (La Paz cuenta con 94 zonas), abarca un 41.48 % del total. La validez del estudio se halla condicionada a las transacciones registradas en dicha agencia inmobiliaria, y tiene una validez interna, por tanto debe tomarse con mucha cautela su interpretación. Los datos de las áreas verdes fueron obtenidos del Gobierno Municipal de la ciudad de La Paz y fueron imputados a cada observación en función de su localización.

El estudio comprendió la estimación de la función de precios hedónicos y la derivación de los precios marginales implícitos. Dado que la relación entre el precio por metro cuadrado construido y la variable unidades de vegetación por superficie de área verde, no es lineal, fue posible derivar la demanda por unidades de vegetación por área verde. En otras palabras, los precios dependen del nivel alcanzado por alguna característica o variable ambiental específica, en este caso, las unidades de vegetación por área verde.

² El número de observaciones necesarias para estimar una media poblacional con un límite del error de estimación de cierta magnitud, se encuentra al establecer dos desviaciones estándar del estimador, igual al límite de error. El número de observaciones fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{4\varepsilon^2}{\sigma^2}$$

ε es el margen de error y σ^2 la varianza. Para un error de US\$. 1,000.00 en torno al precio (la variable dependiente) y una desviación estándar de 80,45; se obtiene el valor de 618 observaciones.

Las observaciones fueron imputadas a las correspondientes áreas verdes a partir de la medición de la distancia.

3.2.2. Breve análisis descriptivo de las variables.

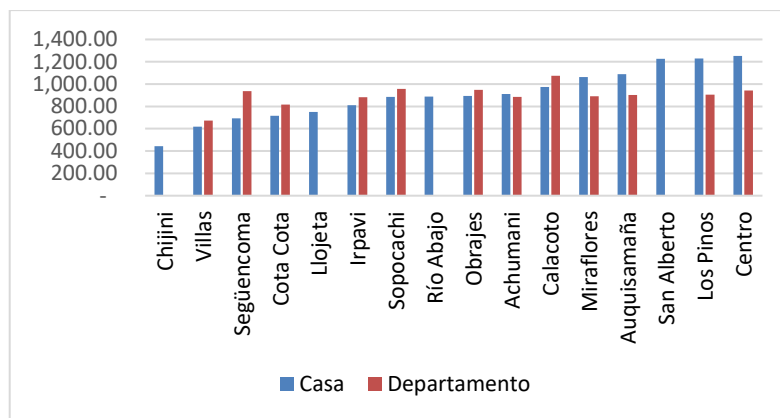
En la tabla siguiente se muestran las estadísticas descriptivas de las variables que intervienen en el modelo:

Nombre	Variable	Promedio	Des. Est.	Mínimo	Máximo
Distancia	D	1152.88401	1103.14072	10.0000000	7000.00000
Tipo	TIPO	.366771160	.482301437	.000000000	1.000000000
Superficie	SU	238.141850	167.634219	33.0000000	1600.00000
Habitaciones	HAB	3.31191223	1.25976840	1.000000000	27.0000000
Baños	BA	2.86677116	.845781432	1.000000000	6.000000000
Escritorio	DESK	.313479624	.464271471	.000000000	1.000000000
Sala de estar	EST	.164576803	.371089100	.000000000	1.000000000
Terraza	TE	.673981191E-01	.250906929	.000000000	1.000000000
Jardín	JA	.340125392	.474122821	.000000000	1.000000000
Garaje	GA	.929467085	.256243907	.000000000	1.000000000
Chimenea	CHI	.136363636	.343443554	.000000000	1.000000000
Nuevo	NEW	.283699060	.451146229	.000000000	1.000000000
Precio	P	211353.762	159139.343	35000.0000	1836000.00
Precio por sup	PSU	914.410177	247.599519	94.4444444	2923.56688
Unidad de veg	UVAV	3.05452951	2.03155060	.325846130	8.68035191

Estos datos, permiten realizar una breve caracterización del stock de viviendas en la ciudad de La Paz: El precio promedio de las viviendas de la muestra es de 211,353.76 dólares americanos con una variabilidad del 75 % de dicho valor. El precio promedio por metro cuadrado construido de 914 dólares americanos con una desviación del 27%. La desviación estándar de las variables, permite apreciar la gran diversidad de las características intrínsecas entre las viviendas, lo cual denota el carácter heterogéneo de este mercado.

Dentro las características estructurales de la vivienda, un 31 % posee como ambiente adicional un escritorio, un 16 %, posee sala de estar, el atributo terraza es mucho más escaso con un 6.7 %. La mayoría de las viviendas posee garaje (92 %), sin embargo sólo un 34 % posee jardín y pese al frío que se experimenta en la ciudad debido a la altura, tan sólo un 13 % posee chimenea. Un 28 % de las soluciones habitacionales son nuevas y tan sólo se cuenta en la ciudad con un 3.5 de unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde. Esta es una evidencia de la carencia de zonas verdes en la ciudad de La Paz.

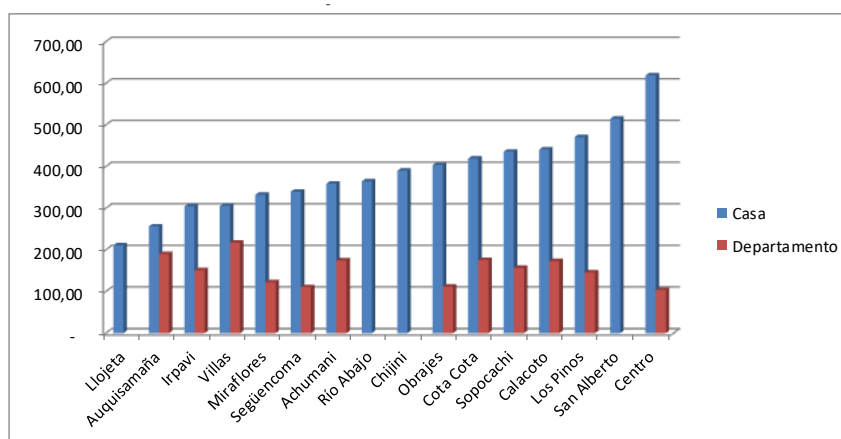
A continuación se presenta un breve análisis de las principales estadísticas descriptivas por zonas y tipo de inmueble:



**Figura 10: Precio promedio por superficie y zona - La Paz 2015
(Expresado en US\$/metro cuadrado construido)**

Fuente: Datos obtenidos del Estudio

En las últimas décadas se ha presentado en la ciudad de La Paz, con mayor frecuencia, el fenómeno del crecimiento vertical, fundamentalmente por dos razones: Primera, la poca disponibilidad de terrenos en una amplia planicie que dificulta la construcción de condominios de casas o, simplemente casas. Segunda, consecuencia de la primera, el elevado precio de los terrenos, dada su escasez. Como se puede apreciar en el gráfico 10, los precios de las casas, además de la superficie, se hallan condicionados por la zona. Se observa que para cada zona, existe un precio promedio diferente. El precio promedio por metro cuadrado más alto gira alrededor de US\$. 1,200.00. En lo que se refiere al precio promedio por metro cuadrado de los departamentos, oscila dentro del rango de US\$. 600,00 a US\$. 850,00 con zonas con precios más altos que pueden sobrepasar los US\$. 1,200 en promedio. En referencia a otras ciudades del país, los precios en la ciudad de La Paz resultan ser los más elevados.

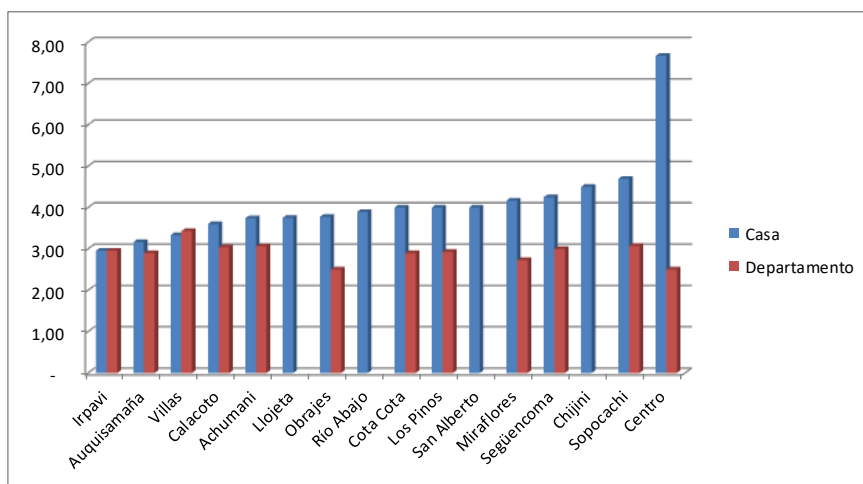


**Figura 11: Superficie construida por tipo de vivienda - La Paz 2015
(Expresado en metros cuadrados)**

Fuente: Datos obtenidos del Estudio

En promedio, las casas más grandes de la ciudad se sitúan en la zona central, dado que el proceso de urbanización se generó a partir de la expansión de dicha zona. Por este motivo, no es raro encontrar viviendas antiguas con una superficie construida entre 500 y 600 metros cuadrados. El crecimiento de la superficie construida de las casas, guarda directa relación con la variación del precio por zonas de las mismas.

En la ciudad de La Paz, a diferencia de otros países y otras capitales, aún es posible encontrar departamentos amplios y cómodos. Independientemente de la zona de la ciudad en la que se encuentren ubicados, la mayoría de ellos tiene un área mayor a los 110 metros cuadrados de superficie construida. En zonas como Achumani, Calacoto, Auquisamaña y Cota Cota, los inmuebles sobrepasan la superficie de los 150 metros cuadrados. Por ahora, la tendencia aún no muestra un rumbo al decrecimiento del tamaño, aspecto que resalta la comodidad por encima de cualquier otra variable.



**Figura 12: Cantidad de dormitorios por tipo de inmueble - La Paz, 2015
(Expresado en número de habitaciones)**

Fuente: Datos obtenidos del Estudio

En general, las casas, independientemente de la zona en la cual se encuentran ubicadas, cuentan en promedio con 4 habitaciones. Se presenta algunos casos excepcionales en el Zona Central con casas de hasta 6 habitaciones, aspecto poco común, en la actualidad. El número promedio (estándar) de habitaciones por departamento es de 3. Un caso a resaltar es el tema de las Villas (zonas ubicadas en las laderas de la ciudad) donde, por aspectos culturales, los edificios resultan ser conglomerados familiares. En cada piso, habita una familia y en la planta baja, los progenitores de los mismos. Este hecho, conduce a optimizar el uso del suelo construyendo la mayor cantidad de habitaciones posibles.

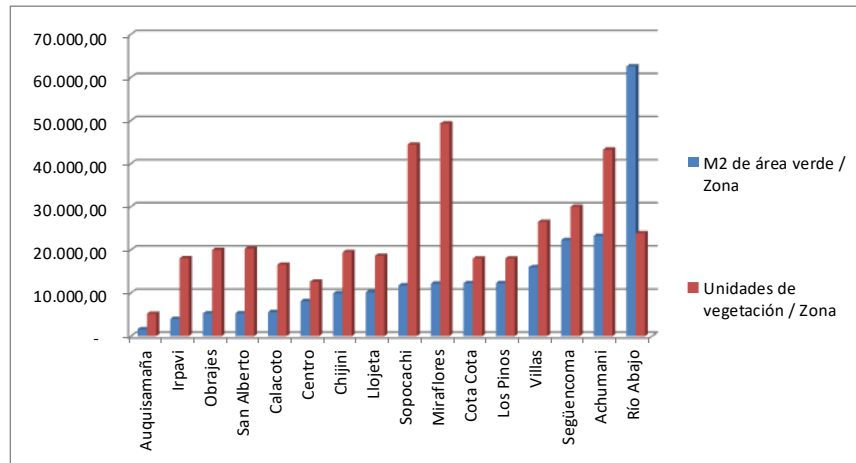


Figura 13: Metros cuadrados de área verde y unidades de vegetación por Zona - 2015 (Expresado en m2/ zona y Unidades de vegetación/ Zona)

Fuente: Datos obtenidos del Estudio

La relación entre áreas verdes y unidades de vegetación, es un aspecto muy importante para el estudio en cuestión. Nuevamente, es importante aclarar que la disponibilidad de áreas verdes, no depende de la zona, sino de otras opciones de terrenos públicos. La existencia de unidades de vegetación en todas las zonas, demuestra un uso eficiente de las mismas, con cantidades importantes para cada una de ellas, sin un patrón específico en particular. En el caso de la zona de Río Abajo, por sus características geográficas y climatológicas (se encuentra entre 500 y 700 metros por debajo de la Zona Central situada a 3600 metros sobre el nivel del mar), existen extensiones de terreno con superficies de áreas verdes, en las cuales la cantidad de vegetación es menor con relación a la extensión de la zona. Se caracteriza por la existencia de condominios residenciales dotados de piscina, cabañas campestres, espacios de recreación amplios con todas las comodidades.

3.2.3. Especificación del modelo.

La investigación busca demostrar, estadísticamente, que las áreas verdes, al permitir la generación de externalidades positivas, conducen a una ganancia de valor en las viviendas de la ciudad de La Paz, Bolivia. Este aspecto puede ser utilizado en la formulación de políticas. Para comprobar esta hipótesis se utilizó el método de valoración económica de precios hedónicos, desarrollado en el capítulo anterior. A partir de una muestra aleatoria sobre el total de viviendas registradas en la ciudad de La Paz, se estimaron una gran cantidad de regresiones con diferentes formas funcionales que relacionan el precio con los atributos y características de la vivienda. Se combinaron variables para recoger el efecto de

interacciones, dado que una de las características de la información recolectada, respondía a un conjunto de variables dicotómicas. Para este fin, fue necesario caracterizar el mercado inmobiliario del perímetro urbano.

Para proceder a la estimación, se analizó la normalidad de las variables, la colinealidad de algunas o varias de ellas y se construyeron variables de interacción. La utilización de la Transformación Box-Cox, no proporcionó mayor utilidad dada la gran cantidad de variables dicotómicas que comprendía la base de datos. En su lugar, se generó una nueva definición de las variables utilizadas en la estimación:

Tabla 2: Variables incluidas en el modelo

<i>Variables</i>	Signo esperado de la relación con la variable dependiente	Descripción
<i>Precio (variable dependiente u objetivo) (psu)</i>		Precio de transacción de la vivienda (expresado en US\$ por metro cuadrado construido)
<i>Tres habitaciones centro (tres_habit_centro)</i>	Negativo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda tiene tres habitaciones en la zona central de la ciudad y 0 en otro caso
<i>Unidades de vegetación Calacoto (uvga_calacoto)</i>	Positivo	Variable que representa las unidades de vegetación por superficie de área verde (en metros cuadrados), localizadas en la zona de Calacoto.
<i>Unidades de vegetación (uvga)</i>	Positivo	Cantidad de especies de vegetación del área verde más cercana a la vivienda que comprende árboles, arbustos y flores.
<i>Distancia (D01)</i>	Negativo	Distancia en metros entre la vivienda y el área verde más cercana
<i>Sopocachi (Sopocachi)</i>	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda se encuentra en la zona de Sopocachi, y 0 en otro caso.
<i>Centro (centro)</i>	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda se encuentra en la zona central de la ciudad, 0 en otro caso.
<i>Tres habitaciones achumani (tres_habit_Achumani)</i>	Positivo	Variable dicotómica que toma valor 1 si la vivienda cuenta con 3 habitaciones y se localiza en la zona de Achumani, 0 en otro caso.
<i>Achumani (Achumani)</i>	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda se localiza la zona de Achumani, y 0 en otro caso.
<i>Garaje (ga)</i>	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda posee garaje y 0 en caso contrario

Fuente: Datos obtenidos del Estudio

La función de precios hedónicos estimada (una vez depuradas las variables no significativas o que no contribuían a la explicación del modelo), viene dada, en forma general, por:

$$\begin{aligned}
 PSU_i = & \beta_0 + \beta_1 TRES_HABIT_CENTRO_i + \beta_2 UVGA_CALACOTO_i + \beta_3 SOPOCACHI_i \\
 & + \beta_4 CENTRO_i + \beta_5 TRES_HABIT_ACHUMANI_i + \beta_6 ACHUMANI_i + \beta_7 UVGA_i \\
 & + \beta_8 UVGA2_i + \beta_9 D01_i + \beta_{10} GA_i + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

Modelo econométrico.

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Supuestos:

1. $E(\varepsilon/X) = 0$
2. $E[\varepsilon\varepsilon'/X] = \sigma^2 I$

Donde:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \cdot & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \cdot & X_{k2} \\ 1 & X_{23} & X_{33} & \cdot & X_{k3} \\ 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & \cdot & X_{kn} \end{bmatrix}, \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Y: vector estocástico observable

X: Matriz no estocástica pero observable

ε: Vector estocástico no observable

Además, es un modelo de rango completo, es decir, una matriz n x K con rango K. La selección de las variables que forman parte de la ecuación estimada, fue realizada previo examen de la matriz de correlación lineal para evitar problemas de multicolinealidad. De la misma forma, al realizar las respectivas regresiones se puso cuidado en el signo de los parámetros y su significancia estadística.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estimación y análisis de resultados.

De acuerdo al método de valoración económica de precios hedónicos, los precios de las viviendas están determinados por la interacción entre la oferta y la demanda de atributos del inmueble, por lo que se debe estimar simultáneamente ambas ecuaciones por mínimos cuadrados en dos etapas. Freeman (1979), proporciona una útil simplificación bajo el supuesto de que la oferta es rígida en el corto plazo. Por tanto, dicha estimación puede ser efectuada por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS).

Numerosos estudios sobre precios hedónicos han utilizado la transformación Box-Cox para la estimación de funciones. Sin embargo, en contraposición, autores como (Cassel y Mendelsohn, 1985; Cropper et al., 1988; Sheppard, 1999) argumentan que este tipo de transformación, presenta inconveniente en las estimaciones, ya que sus resultados son muy sensibles a variaciones de los datos, y son difíciles de interpretar. Asimismo, la base de datos del presente estudio, comprende gran cantidad de información dicotómica, por lo que se pierde la riqueza de utilizar la transformación Box-Cox. Es por ello, que se utilizaron funciones cuadráticas, logarítmicas, exponenciales y doble logarítmicas, ya que, al parecer arrojan los mejores resultados desde el punto de vista empírico.

Los resultados alcanzados fueron los siguientes:

Tabla 3: Resultado de las estimaciones

	Cuadrática	Doble Log	Log-lin	Lin-log
Variable Dependiente	Precio por metro cuadrado construido (PSU)			
Intercepto	746.5014 (17.47) ***	7.004137 (83.81) ***	6.58342 (120.48) ***	1068.306 (16.38) ***
UVGA	52.57448 (3.29) ***	Omitida	0.0707941 (3.46) ***	Omitida
UVGA2	-5.155979 (-2.85) ***	0.0177223 (2.07) **	-0.0069042 (-2.99) ***	12.10311 (1.81) *
D01	-0.0538153 (-6.75) ***	-0.0636422 (-5.95) ***	-0.0000715 (-7.01) ***	-48.60295 (-5.82) ***
UVGA CALA COTO	94.77012 (6.35) ***	0.1084315 (5.65) ***	0.0989804 (5.18) ***	102.0724 (6.82) ***
SOPOCACHI	55.02296 (1.70) *	0.041331 (1.09)	0.0659825 (1.60)	37.08149 (1.26)
CENTRO	322.2755 (3.86) ***	0.3742451 (3.44) ***	0.3824971 (3.59) ***	316.067 (3.72) ***
ACHUMANI	72.95823 (2.97) ***	0.0826477 (2.61) ***	0.0971318 (0.002) ***	62.51694 (2.53) *
IRIS HABIT CENTRO	-251.3963 (-2.24) **	-0.2981055 (-2.03) **	-0.2848899 (-1.98) **	-262.0259 (-2.28) **
IRIS HABIT ACHUMANI	45.78164 (1.65) *	0.0435264 (1.21)	0.0538456 (1.52)	38.19258 (1.36)
GA	64.57503 (2.11) **	0.090779 (2.27) **	0.0779787 (1.99) **	73.98574 (2.37) *
R²	0.2431	0.1903	0.2252	0.2122
F	19.49 0	15.8 0	17.64 0	18.19 0

En paréntesis aparece el t- estadístico.

*** indica significativo al 99% de confianza.

** indica significativo al 95% de confianza.

* indica significativo al 90% de confianza

Fuente: Datos obtenidos del Estudio

El cuadro presenta los resultados de los cuatro modelos estimados mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios. En el modelo cuadrático, la mayoría de los coeficientes estimados muestran un estadístico “t” significativo al 95 % de nivel de confianza (con excepción de dos que son significativos al 90 %). Con relación a los otros tres modelos, éste presenta el mayor número de parámetros estimados que son estadísticamente significativos de forma independiente para explicar las variaciones en la variable dependiente, razón por la cual es elegido frente al resto.

Revisando la bondad del ajuste del modelo lineal, el coeficiente R^2 , arroja un valor de 0.2431, es decir, un 24 % de las variaciones observadas en la variable precio por metro cuadrado construido, son explicadas por las variaciones de las variables explicativas consideradas por el modelo. El bajo valor del coeficiente R^2 es típico de modelos de corte transversal por el elevado número de variables explicativas y el alto grado de variabilidad de las mismas.

El estadístico F para el modelo lineal, alcanza un valor de 19.49 con un probabilidad de cero. Es decir, todos los coeficientes estimados, son significativos de manera conjunta para explicar el modelo.

Para detectar la presencia de heterocedasticidad en el modelo cuadrático, se utilizó el test de White donde la hipótesis nula plantea el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad, frente a una hipótesis alternativa de violación del supuesto de homocedasticidad, es decir la presencia de heterocedasticidad. El estadístico chi-cuadrado arroja un valor de 52.73 con una probabilidad de 0.0699, razón por la cual se concluye que no existe suficiente evidencia para rechazar la existencia de homocedasticidad.

Para probar la correcta especificación del modelo cuadrático, se aplica la prueba de Ramsey. La hipótesis nula se refiere a que el modelo no ha omitido variables, frente a una hipótesis alternativa de que el modelo ha omitido variables. El estadístico F nos da un valor de 1.68 con una probabilidad de 0.1696, por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula, es decir, no existe suficiente evidencia para creer que el modelo ha omitido variables.

No existe multicolinealidad perfecta, dado que el modelo logró estimar los parámetros. Los factores de inflación de varianza (VIF) miden en qué medida la varianza de los coeficientes de regresión estimados ha sido inflada, en comparación con un contexto en el que las variables predictivas no están linealmente relacionadas. Nos sirve para describir cuánta multicolinealidad (correlación entre predictores) existe en un análisis de regresión. La multicolinealidad es problemática debido a que puede aumentar la varianza de los coeficientes de la regresión, lo que haría que fuesen inestables y difíciles de interpretar.

Los valores de VIF para el modelo, muestran que no existe suficiente evidencia para creer en la existencia de multicolinealidad.

Los signos que arrojan los coeficientes estimados por el modelo cuadrático, se resumen a continuación:

El objetivo de la investigación busca demostrar que, la existencia de unidades de vegetación por superficie de área verde en la cercanía a una vivienda, genera un incremento en el precio por metro cuadrado de la misma. (UVGA). Dicho objetivo se corrobora con el signo positivo del coeficiente de dicha variable. Es decir, las áreas verdes impactan positivamente en el precio de las viviendas.

No obstante, si bien la existencia de unidades de vegetación por superficie de área verde en la cercanía a una vivienda, genera un incremento en el precio por metro cuadrado de la misma, dicho incremento cada vez es menor, es decir es decreciente y por lo tanto, tiene un límite, dado por la variable unidades de vegetación por superficie de área verde al cuadrado (UVGA2).

Al incrementarse la distancia de una vivienda a un área verde, disminuye el precio de la misma. La variable D01, arroja un signo negativo. Este hecho permite constatar que la distancia se convierte en un mecanismo de exclusión de las áreas verdes al impactar negativamente en el precio de la vivienda. A medida que dichas áreas se alejan de la vivienda, los individuos tendrán menos incentivos para visitar esas áreas. Se realizaron estimaciones para ver el si el efecto de la distancia sobre el precio es creciente o decreciente.

Los resultados pueden apreciarse en el Anexo 3. La inclusión de la variable distancia de una vivienda a un área verde, elevada al cuadrado (D02), si bien resulta significativa y con efecto positivo, hace que las variables relativas a las unidades de vegetación por superficie de área verde, dejen de ser significativas, por tanto, no ayuda en la explicación del modelo, ni permite comprobar la existencia de límite para la distancia, dentro del objetivo mismo de la investigación.

Una vivienda de tres habitaciones, en el centro de la ciudad, impacta negativamente en el precio de la vivienda. Ello en virtud de que, una familia, en lugar de elegir una vivienda con tres habitaciones en el centro de la ciudad, prefiere elegir en otra zona con mayores comodidades y amenidades. Así el precio por metro cuadrado disminuye.

ACHUMANI, presenta un signo positivo. Dado que es la zona con mayor crecimiento de soluciones habitacionales, la gente busca con mayor preferencia viviendas en dicha zona, por lo que el impacto en el precio por metro cuadrado, es positivo. Existe una demanda creciente por inmuebles en la zona por lo que al incrementarse la demanda, el precio se eleva.

CALACOTO, presenta un signo positivo (UVGA_CALACOTO). Calacoto es una zona residencial por excelencia. En ese sentido, unidades de vegetación por superficie de área verde en Calacoto, impactan positivamente en el precio por metro cuadrado.

SOPOCACHI, presenta un signo positivo. Zona residencial tradicional de la ciudad. Las viviendas son cotizadas en la misma, por ese motivo, una vivienda en dicha zona impacta positivamente en el precio por metro cuadrado.

CENTRO, arroja un signo positivo. Las viviendas en la zona central de la ciudad son muy cotizadas, para locales comerciales u oficinas, por este motivo, existe un impacto positivo en el precio por metro cuadrado.

La existencia de departamentos con tres habitaciones en la zona de Achumani (TRES_HABIT_ACHUMANI), impacta positivamente en el precio, es decir que los individuos valoran más este atributo.

Si una vivienda posee garaje, el impacto en el precio por metro cuadrado es positivo. GA, arroja un signo positivo.

Los signos arrojados por los coeficientes estimados son los esperados. Particularmente, en el caso de la variable “unidades de vegetación por superficie de área verde”, los resultados muestran el comportamiento esperado: Un efecto marginal positivo en el precio de las viviendas, pero a una tasa decreciente a medida que se incrementan las unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde.

4.2. Estimación del efecto marginal y la elasticidad de la función de precios hedónicos.

Dada la ecuación estimada:

$$PSU_i = 746.50 - 251.39(TRES_HABIT_CENTRO_i) + 94.77(UVGA_CALACOTO_i) + 55.02(SOPOCACHI_i) + 322.27(CENTRO_i) + 45.78(TRES_HABIT_ACHUMANI_i) + 72.95(ACHUMANI_i) + 52.57(UVGA_i) - 5.15(UVGA^2_i) - 0.053(D01_i) + 64.54GA_i + \varepsilon_i$$

El efecto marginal viene dado por la ecuación:

$$\frac{\partial PSU}{\partial UVGA} = 52.57 - 10.31(UVGA)$$

Y la ecuación para la elasticidad:

$$Elasticidad = \frac{\partial PSU}{\partial UVGA} * \frac{\overline{UVGA}}{\overline{PSU}}$$

$$Elasticidad = [52.57 - 10.31(UVGA)] * \frac{\overline{UVGA}}{\overline{PSU}}$$

Los resultados obtenidos de la estimación de la ecuación de precios hedónicos, fueron utilizados para calcular el efecto marginal y la elasticidad promedio:

Tabla 4: Efecto marginal y elasticidad - Impacto de las áreas verdes y la distancia en el precio de equilibrio del mercado de viviendas de la ciudad de La Paz

Variable	Valor Promedio	Efecto Marginal Promedio	Elasticidad promedio	Por cada 100 %
UVGA	3.057	21.0510	0.0704	7.04
D01	1155.362	-0.0538	-0.0680	-6.80

Fuente: Datos obtenidos del Estudio

El precio promedio implícito de un metro cuadrado de superficie que tiene en promedio 3.05 unidades de vegetación, es de US\$. 21.12; sin embargo este no es un valor constante, dado que el precio depende del nivel de la característica.

En promedio, por un aumento del 100 % en la característica unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde (UVGA), el precio de equilibrio por metro cuadrado construido de la vivienda, se incrementa en 7.04 % (Suponiendo que todo lo demás permanece constante).³

³ Se supone que aumenta en 100 % la cantidad promedio de unidades de vegetación por superficie de área verde, es decir, 3.05.

En promedio, por un aumento del 100 % en la característica distancia al área verde más cercana a la vivienda, (D01), el precio de equilibrio por metro cuadrado construido de la vivienda, disminuye en 6.80 % (Suponiendo que todo lo demás permanece constante).

4.3. Derivación de la demanda implícita por áreas verdes y estimación de la disponibilidad a pagar.

El efecto marginal de las unidades de vegetación por superficie de área verde (UVGA) sobre el precio de equilibrio de la vivienda por metro cuadrado construido (PSU), que viene dado por:

$$\frac{\partial PSU}{\partial UVGA} = 52.57 - 10.31(UVGA)$$

$$P_{UVGA} = 52.57 - 10.31(UVGA)$$

es la ecuación de demanda implícita por áreas verdes (por unidades de vegetación por superficie de área verde).

Dado que, el precio por metro cuadrado de superficie construida y la variable unidad de vegetación por área verde, no se relacionan linealmente, el efecto marginal, es decir la derivada parcial del precio por metro cuadrado respecto de la unidad de vegetación por superficie de área verde, representa la demanda por unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde.

Para los datos de la muestra, el gráfico correspondiente es el siguiente:

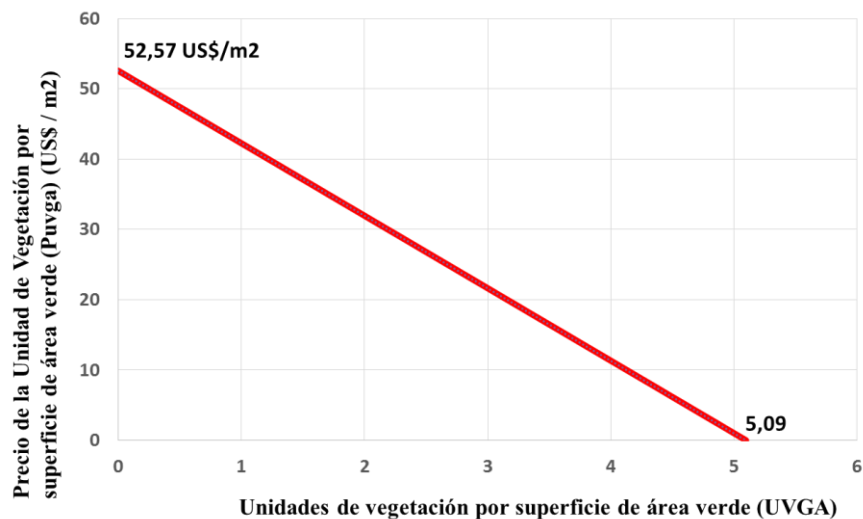


Figura 14: Demanda por Unidades de Vegetación por superficie de área verde (por año)

Fuente: Datos obtenidos del Estudio

La relación entre el precio por unidades de vegetación por área verde y la variable unidades de vegetación por superficie de área verde, es lineal e inversamente proporcional como en una ecuación de demanda. La máxima disponibilidad a pagar por una unidad de vegetación en un metro cuadrado de área verde, asciende a la suma de US\$. 52.57, que puede considerarse un valor alto y que podría variar en función al tipo de unidad de vegetación, aspecto que escapa a los límites de la presente investigación. Por su parte, el máximo número de unidades de vegetación por superficie de área verde que, los habitantes de la ciudad de La Paz están dispuestos a pagar es 5.09. Es decir, a partir de este valor, la disponibilidad a pagar es cero o negativa.

4.4. Implicaciones de política pública de los resultados obtenidos.

4.4.1. Disponibilidad total a pagar.

La disponibilidad total a pagar, es el área debajo la curva de demanda por áreas verdes, entre 0 y el mayor número de unidades de vegetación por área verde que se cuenta en el momento del estudio, en la ciudad de La Paz. Este valor, alcanza en promedio a 5.09 unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde.

$$DAP_{total} = \int_0^{5.09} [52.57 - 10.31(UVGA)] d(UVGA)$$

El resultado estimado para la DAP total por áreas verdes, por vivienda, por año, para la ciudad de La Paz, es de US\$. 134.02 por un metro cuadrado con 5.09 unidades de vegetación.

Tomando en cuenta que, en la ciudad de La Paz existe un total de 322.982 metros cuadrados de áreas verdes, la DAP total es de US\$ 43.286.047,64, que representa el valor para los dueños de viviendas (beneficio privado) de las áreas verdes urbanas de la ciudad de La Paz.

4.4.2. Beneficio privado e inversión pública del Gobierno Municipal de La Paz.

El resultado obtenido de la DAP por áreas verdes constituye una primera aproximación al valor del beneficio privado que permite realizar algunas comparaciones con cifras provenientes de la inversión pública del municipio. En el caso de áreas verdes y parques, según información del Gobierno Municipal de la ciudad de La Paz (GMLP), para el año 2018, el incremento en el presupuesto es de cuatro millones en el 2017 a siete millones de Bolivianos para 2018 (alrededor de un millón de dólares) para la construcción de nuevos

parques y áreas verdes. Por otra parte, el presupuesto de mantenimiento de áreas verdes para el 2018, asciende a veinte millones de Bolivianos (aproximadamente tres millones de dólares) que comprende el mantenimiento de parques cerrados como Cota Cota, Mallasa, el Parque Urbano Centra (PUC), el de Pura Pura, Achumani y el parque de Las Cebras. Bajo este contexto, la DAP, en teoría, cubre por demás estos presupuestos, sin embargo, es importante pensar y plantear en el mecanismo de cobro o transmisión de este monto para su inversión en áreas verdes.

Datos estimados a partir de información de EMAVERDE, dan cuenta de un costo promedio de mantenimiento de áreas verdes por metro cuadrado de US. 24.15, que, comparando con la DAP de US. 134.02, muestra la factibilidad de invertir en mejoras y mantenimiento de áreas verdes.

A continuación se presenta el presupuesto de Ingresos EMAVERDE para el periodo 2014 - 2018:

Tabla 5: Ingresos de la Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE) y dependencia del Gobierno Municipal de La Paz (en Bolivianos)

Descripción	2014		2015		2016		2017		2018	
	Monto	Índice de Dependencia	Monto	Índice de Dependencia	Monto	Índice de Dependencia	Monto	Índice de Dependencia	Monto	Índice de Dependencia
Ingresos de Operación	55,256,575.34		51,093,641.63		43,363,146.29		47,907,302.89		51,464,165.00	
GMLP	47,164,043.79	85%	41,793,343.42	76%	30,849,829.03	58%	30,849,829.03	56%	30,500,000.00	55%
Otros Clientes	8,092,531.43	15%	9,300,298.55	17%	17,057,473.86	20%	17,057,473.86	31%	20,964,165.00	38%

Fuente: Gobierno Municipal de La Paz

La dependencia fiscal de EMAVERDE respecto al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, desde la gestión fiscal 2014, es del 85% y va disminuyendo en el tiempo, hasta llegar al 55% en la gestión 2018, como resultado de los esfuerzos que la administración realiza en la participación del mercado de bienes y servicios del sector privado y ampliar su mercado en el resto del sector público.

Los ingresos provenientes de servicios prestados al sector privado, van en aumento desde el 15% en la gestión fiscal 2014 hasta el 38% en la gestión 2018. Este indicador muestra, la rentabilidad que puede generar los servicios derivados del mantenimiento de áreas verdes. Dicha importancia, ha crecido, en promedio, en un 20.43 % anual.

Como se puede apreciar, el valor obtenido de la Disponibilidad a Pagar, es muy superior a los ingresos de EMAVERDE. Este hecho puede abrir la posibilidad de financiar sus actividades, mediante algún mecanismo de financiamiento que haga sostenible en el tiempo el mantenimiento e incremento de áreas verdes en la ciudad de La Paz.

La política actual del Gobierno Municipal de La Paz, referida a áreas verdes, se enmarca en los fines de EMAVERDE: “Preservar, conservar, restaurar y contribuir a la protección del medio ambiente, recursos naturales y lugares de esparcimiento público, así como construir, administrar parques, plazas, rotondas, jardinerías, corredores, viveros, forestación, otras áreas verdes; equipamientos, complejos deportivos, canchas polifuncionales, coliseos y otros, en beneficio de la población”. Sin embargo, por el monto asignado a las áreas verdes, se puede inferir que no constituye una prioridad del gobierno local.

4.4.3. Incorporación del valor económico de las áreas verdes como medida de política pública.

El conocimiento del valor económico de las áreas verdes tiene gran importancia tanto en el ámbito privado como en el ámbito público.

En el ámbito privado, permite conocer la revalorización del precio de los terrenos como consecuencia de la cercanía a áreas verdes y, a su vez, la revalorización del precio de las viviendas. Proporciona pautas para la incorporación de áreas verdes en la construcción de condominios en determinadas zonas de la ciudad, aspecto que puede permitir mejorar el precio de venta de las mencionadas viviendas.

En el ámbito público, el conocimiento de dicho valor, proporciona bases para la generación de áreas verdes. Se genera un circuito, mayores áreas verdes, mayor valor de las viviendas y mayor recaudación impositiva por concepto de impuestos a los inmuebles, cuyo destino puede servir para generar mayores áreas verdes.

Finalmente, respecto al mecanismo por el cual se puede capturar el valor de la DAP para la generación de áreas verdes, su análisis puede ser motivo de otro estudio. Dadas las condiciones actuales, de una economía con subsidios importantes, la población rechazaría el cobro adicional por la generación y/o existencia de áreas verdes. En ese sentido, la actualización de la base impositiva del impuesto a los bienes inmuebles de tal manera que

incorpore en su alícuota el valor de las áreas verdes, puede permitir un cobro adicional dentro de dicho impuesto, que puede ser utilizado para el financiamiento de la generación de áreas verdes en la ciudad de La Paz. Sin embargo, este hecho debe no solamente gozar de un respaldo técnico sino además político.

4.5. Limitaciones del estudio.

El presente estudio ha presentado las siguientes limitaciones a considerar:

La recolección de información (pese a que su origen corresponde a la agencia inmobiliaria más grande de la ciudad), debe tener un grado mayor de representatividad, de lo contrario, su validez es interna, es decir solo para el conjunto de datos observados y la extrapolación de conclusiones debería ser tomada con mucha cautela.

Los datos recolectados, poseen una gran cantidad de información correspondiente a variables dicotómicas, aspecto que limita el uso de modelos más sofisticados para la estimación de la función de precios hedónicos y la demanda implícita por áreas verdes. Por el contrario, no contemplan información que puede ser mucho más valiosa para explicar el modelo estimado. La medición de la distancia de una vivienda al área verde más cercana, fue realizada por aproximación.

No se tiene acceso a bases de datos oficiales que permitan capturar información mucho más precisa y preciada, como por ejemplo, variables socioeconómicas o variables geo referenciadas. Su uso no es de dominio público.

No se dispone de una serie de tiempo para una mejor estimación de las funciones objeto del estudio y plantear un panel de datos.

V. CONCLUSIONES.

1. Se ha construido una función de precios hedónicos para capturar el valor de las áreas verdes urbanas en el precio de la vivienda en la ciudad de La Paz, Bolivia desde una perspectiva ambiental. Dicha función, para su construcción, tomó en consideración, información referida a las características estructurales de la vivienda, atributos de localización (zonas) y atributos de entorno (cercanía de áreas verdes). A partir de la información disponible, se caracterizó el mercado inmobiliario evidenciando la carencia de algunos atributos ambientales tales como zonas verdes, pues si bien, la Organización Mundial de la Salud propone, el establecimiento de un parámetro mínimo de 9 metros cuadrados de áreas verdes urbanas por habitante y un óptimo de 12 metros cuadrados de áreas verdes urbanas por habitante, la ciudad de La Paz, apenas exhibe 2,42 metros cuadrados de áreas verdes por habitante.
2. La variable unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde, fue la encargada de medir la relación entre las áreas verdes y el precio por metro cuadrado construido de las viviendas en el modelo de precios hedónicos. Dicha variable, muestra un comportamiento que respalda la hipótesis. Es significativa y su efecto es positivo en el precio por metro cuadrado construido de vivienda, es decir, representa una externalidad positiva. Dicho impacto, depende del nivel de la característica unidades de vegetación por superficie de área verde.
3. A partir de la ecuación de precios hedónicos, se estimó la demanda por áreas verdes como la derivada del precio por metro cuadrado de superficie construida respecto a la variable unidades de vegetación por superficie de área verde. La derivada representa el precio implícito de la característica. Esta demanda permite apreciar que, a medida que se incrementa el número de unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde, el impacto es cada vez menor en el precio de la característica, es decir es decreciente, hasta llegar a un máximo número de unidades de vegetación por metro cuadrado de áreas verdes.

4. En promedio, por un aumento del 100% en la característica unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde, el precio por metro cuadrado de la vivienda, se incrementa en 7,04%.
5. Bajo este escenario el precio promedio implícito de una unidad de vegetación por metro cuadrado de área verde es de US\$. 21.05; sin embargo este no es un valor constante, dado que el precio depende del nivel de la característica.
6. Otra variable significativa en el estudio, fue la distancia de la vivienda a las áreas verdes urbanas, con un impacto negativo en el precio, es decir a mayor distancia menor precio de la vivienda.
7. Dos zonas de la ciudad de La Paz, tienen una influencia fuerte en la función de precios hedónicos. La zona Central, que muestra el “trade-off” entre el uso de un inmueble para vivienda y su uso para oficina. Esta variable tiene un efecto negativo en el precio. La otra zona es Achumani, residencial y en permanente crecimiento con un efecto positivo en el precio.
8. Dada la relación no lineal entre el precio por metro cuadrado construido y las unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde, se encontró la siguiente ecuación de demanda por áreas verdes:

$$P_{UVGA} = 52.5745 - 10.311958(UVGA)$$
9. El resultado estimado para la DAP por áreas verdes, por vivienda, por año, para la ciudad de La Paz, es de US\$. 134.02 por un metro cuadrado con 5.09 unidades de vegetación.
10. Tomando en cuenta que, en la ciudad de La Paz existe un total de 322.982 metros cuadrados de áreas verdes, la DAP total es de US\$ 43.286.967,30, que representa el valor para los dueños de viviendas (beneficio privado) de las áreas verdes urbanas de la ciudad de La Paz.

VI. RECOMENDACIONES

Es importante para la estimación de la función de precios hedónicos, contar con información mucho más amplia, no sólo en cantidad, sino en calidad referida al mercado de viviendas de la ciudad de La Paz, así como velar por la representatividad de dicha información.

Contar con información socioeconómica de los individuos propietarios de viviendas de la ciudad de La Paz, con el fin de ensayar estimaciones econométricas más rigurosas de la demanda implícita por áreas verdes.

A partir de mayor y mejor información, ensayar otras posibles metodologías de estimación de la Disponibilidad a Pagar por áreas verdes, con el fin de validar los resultados obtenidos mediante la presente investigación.

En el mes de mayo de 2015, El Ministerio de Planificación del Desarrollo, mediante el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo, aprobó el Reglamento Básico de Preinversión para su aplicación en todas las instituciones públicas de todos los niveles. En su capítulo III referido a las Metodologías para la Evaluación en la Fase de Preinversión, artículo 18, señala que “cuando la cuantificación de los beneficios sea compleja y/o muy costosa, se podrán aplicar los siguientes instrumentos de valoración: Precios Hedónicos, Valoración Contingente, Costo de Viaje, Costos Evitados”. En ese sentido, los decisores y formuladores de políticas públicas, para poner en aplicación el mencionado reglamento, deben desarrollar metodologías específicas en sus respectivos sectores para el desarrollo e implementación de las mencionadas metodologías. Esto permitirá, en algún momento, validar los resultados del presente estudio y/o en su caso, generar cultura para la estimación de funciones de precios hedónicos con el fin de generar información para el diseño y generación de políticas públicas referidas a áreas verdes.

Es necesario generar entre actores públicos y privados, discusiones con relación a los resultados obtenidos incorporándolos dentro de las variables tradicionalmente usadas para su toma de decisiones.

Se recomienda a las instituciones encargadas de la recolección de información o generación de información relacionada a viviendas, incorporar en el proceso de recolección de datos, variables que permitan la estimación de modelos hedónicos.

Al Gobierno Municipal de La Paz, por intermedio de EMAVERDE, se sugiere realizar estudios de indicadores costo eficiencia y costo beneficio que permitan guiar del proceso de inversión pública en infraestructura y generación de áreas verdes.

A partir de los resultados obtenidos, generar indicadores que permitan establecer la conveniencia de determinar el uso del terreno para áreas verdes o a su mejor uso alternativo, en función de la zona de ubicación en la ciudad. La información proporcionada por el estudio, debe permitir a EMAVERDE, la estimación de sus tarifas por servicios proporcionados a privados, para capturar una mayor proporción de la Disponibilidad a Pagar.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldunate, P., Alvorsen, K. y Paz, O. 2006. Los efectos de la contaminación atmosférica por PM10 sobre la salud de la ciudad de La Paz - Bolivia. *Acta Nova*. 3. 2.

Atiquil, S. 2011. Urban Green Spaces and an Integrative Approach to Sustainable Environment. *Journal of Environmental Protection*. 2: 601-608.

Azqueta, D. 1998. Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill Interamericana. España. 159p.

Bajari, P. y Benkard, L. 2005. Demand Estimation with Heterogeneous Consumers and Unobserved Product Characteristics: A Hedonic Approach. *Journal of Political Economy*. 113(3): 1239 -1276.

Bengochea, A. 2005. Valoración Económica de Zonas Verdes: Una aplicación para la ciudad de Castellón. III Conferencias sobre el medio ambiente, municipio y urbanismo. España. 54 – 65.

Bernstein, J. 1994. Land Use Considerations in Urban Environmental Management. Washington D.C.: The World Bank/Urban Management Program. 114p.

Bilbao, C. 2000. Relación entre el Precio de Venta de una Vivienda y sus Características: Un análisis empírico para Asturias. *Revista Asturiana de Economía* No. 18: 141 – 150.

Bishop, K. y Timmins, C. 2010. Hedonic Prices and Implicit Markets: Consistent Estimation of Marginal Willingness to Pay for Differentiated Products Without Exclusion Restrictions. *AERE/ASSA Annual Meetings, Camp Resources*, Iowa State University. 34p.

Brasington, D. y Hite, D. 2005. Demand for Environmental Quality: A Spatial Hedonic Analysis. *Regional Science and Urban Economics*. 35(1): 57-82.

Caridad, O. y Ceular, N. 2004. Determinación de los precios implícitos en bienes inmuebles: Una alternativa a la modelización hedónica. *Revista de Estudios Regionales* Universidad de Córdoba N° 71: 85-105.

Carruthers, J., Clark, D. y Renner, R. 2010.. The Benefits of Environmental Improvement: Estimates From Space-time Analysis. American Real Estate and Urban Economics Association. 28p.

Cho, S., Bowker, J.M. y Park, W. 2006. Measuring the Contribution of Water and Green Space Amenities to Housing Values: An Application and Comparison of Spatially Weighted Hedonic Models. Journal of Agricultural and Resource Economics. Western Agricultural Economics Association. 31(3): 485-507.

Cicea, C. y Pirlogea, C. 2011. Green Spaces and Public Health in Urban Areas. Theoretical and Empirical Researches in Urban Management. 6(1): 83-92.

De Frutos, P. y Esteban, S. 2009. El valor de las zonas verdes urbanas. Aplicación del método de los precios hedónicos al mercado inmobiliario de la ciudad de Soria. Urban Public Economics Review. No.10 Universidad de Santiago de Compostela, España. 75-98.

De Frutos, P. y Esteban, S. 2009. Estimación de los beneficios generados por los parques y jardines urbanos a través del método de valoración contingente. Urban Public Economics Review. No.10 Universidad de Santiago de Compostela, España. 13-51.

Estado Plurinacional de Bolivia. 2015. “Reglamento Básico de Preinversión”. 24p.

Epple, D., Quintero, L. y Sieg, H. 2014. A New Approach to Estimating Hedonic Pricing Functions for Metropolitan Housing Markets. University of Pennsylvania. 1-51

Fitch, JM. Y García, P. 2008. La incidencia de las externalidades ambientales en la formación espacial de valores inmobiliarios: El caso de la región metropolitana de Barcelona. Revista “Arquitectura, Ciudad y Entorno ACE”. Barcelona, España. 2(6):673 – 692.

Freeman III, M. Herriges, H. y King, C. 2014. The Measurement of Environmental and Resources Values: Theory and Methods, Washington DC, Resources for the Future Press. 479p.

Gonzales, M. 2000. Preferencias de los individuos por los espacios recreativos: Dos aplicaciones en Galicia. , Asociación Internacional de Economía Aplicada, España. Estudios de Economía Aplicada. 16(3): 93-110.

Greene, W. 2003. Econometric Analysis. Fifth Edition. Pearson Education Inc. USA. 828p.

Heard, C., y Olivera-Villaroel, S.M. 2013. Evaluación económica de la resistencia térmica de la vivienda de interés social en las ciudades tropicales de México. Acta Universitaria 23.4.

Heisler, G., R. Grant, R., Grimmond, S. y South, C. 1995. Urban Forest-Cooling Our Communities?, En: Kollin C., y M. Barrat, eds., Anales de la Séptima Reunión Anual sobre Bosques Urbanos, 31-34. Washington D.C. American Forest. 379p.

Just, R., Hueth, D., and Schmitz, A. 2004. The Welfare Economics of Public Policy. Edward Elgar Pub. 707p.

Kolbe, J. Wüstemann, H. 2015. Estimating the Value of Urban Green Space: A hedonic Pricing Analysis of the Housing Market in Cologne, Germany. FB 649 Discussion Paper 2015-002. Humboldt-Universität zu Berlin. 21p.

Lisi, G. y Iacobini, M. 2012. Estimation of a Hedonic House Price Model with Bargaining: Evidence from the Italian Housing Market. XLI Incontro di Studio del Ce.S.E.T: 41-54.

Lisi, G. 2013. On the Functional Form of the Hedonic Price Function: A Matching-theoretic Model and Empirical Evidence. International Real Estate Review, 16(2): 189 – 207.

Mancilla, B. y Siñani, S. 2002. Problemática ambiental producida por las ladrilleras, Documento de Trabajo. Universidad Mayor de San Andrés. 1-7.

McPherson, E., Nowak, D. and Rowntree R. 1994. Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project. Radnor, Pennsylvania: Northeast Forest Experiment Station. 135 – 139.

Morais, M., y De Oliveira, B. 2003. Demand for Housing and Urban Services in Brazil: A Hedonic Approach. IPEA, Discussion Paper 120. 31p.

Nowak, D., Dwyer, J. y Childs, G. 1997. Beneficios y costos de manejo de áreas verdes urbanas. Manuscrito para publicación en anales del Seminario sobre Áreas Verdes Urbanas desarrollado en la ciudad de México, 2-4 de diciembre, Kryshnamurthy L. y J. Rente Nascimento, eds. México: Universidad Autónoma de Chapingo. 81p.

Ostrom, E. 2009. A General framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. Science. 325: 419-422

Palmquist, R. and Israngkura, A. 1999. Valuing air quality with hedonic and discrete choice models. American Journal of Agricultural Economics. 81(5): 1128-1133.

Palmquist, R. 1984. Estimating the Demand for the Characteristics for Housing. The Review of Economics and Statistics. 6(3): 394-404.

Pearce, D. y Turner, K. 1995. Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente. Colegio de Economistas de Madrid. Madrid: Celeste Ediciones. 448p.

Quiroga, B. 2006. Precios hedónicos para valoración de atributos de viviendas sociales en la Región Metropolitana de Santiago. Munich Personal RePEc Archive, Paper No. 378. 26p.

Rodríguez, F. 2017. Ruido y ciudad. El problema de contaminación que afecta severamente la calidad de vida de nuestras ciudades. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A).179p.

Rosen, S. 1974. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economics*. 30: 35-55.

Sadulet, E. and De Janvry, A. 1995. Quantitative Development Policy Analysis. The John Hopkins University Press. 397p.

Saphores, J. 2011. 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: 373-387.

Shaikh, S. 2011. The Economic Impact of Urban Green Space Investments: A Case Study for Chicago. Program on Global Environmental and Public Policy Studies, University of Chicago. 17p.

Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., William, J. 1997. Manejo de las áreas verdes urbanas. Documento de Buenas Prácticas. División de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 81p.

Tekel, A. and Akbarishahabi, L. 2013. Determination of Open-green Space's Effect on Around House Prices by Means of Hedonic Price Model; in Example of Ankara/Botanik Park. *Gazi University Journal of Science* 26(2): 347-360.

Wilhelmsson, M. 2000. The Impact of Traffic Noise on the Values of Single-Family Houses, *Journal of Environmental Planning and Management*: 43(6): 799-815.

Wolf, K. 2004. Public Value of Nature: Economics of Urban Trees, Parks and Open Spaces. University of Washington. College of Forest Resources. 88-92.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1 - Descripción de las áreas verdes de la ciudad de La Paz

Grandes parques de la ciudad.

- Parque Laikakota “Raúl Salmón”. Se encuentra ubicado en la Avenida del Ejército y Juan Manuel Loza, Zona Central. Cuenta con una superficie de 16.000 metros cuadrados que comprende 3.405 metros cuadrados de área verde y 26.500 unidades entre plantas y árboles de diferentes especies, así como un cerco de pinos como pared rompevientos. Posee juegos diferenciados y especiales para tres edades (parvulario de 1 a 5 años, 5 a 12 años y para mayores de 12 años). Cuenta con infraestructura de baños, snack, área de cochecitos, un teatrín, juegos de ajedrez. Por su ubicación natural, el parque presente una vista panorámica de la ciudad y está dentro del circuito turístico de La Paz.
- Parque Valle del Sol. Se encuentra ubicado en la Zona de Mallasa, frente al Zoológico “Vesty Pakos”. Su superficie alcanza los 80.000 metros cuadrados. El 70% de dicha superficie, está constituida por áreas verdes con sistema de riego por aspersión. Entre los árboles que lo conforman, se destacan acacias, eucaliptos, pinos y vegetación alta con manchas de flores. Cuenta con infraestructura de recreación familiar, tales como 2 piscinas, una de 50 metros cuadrados para niños y otra de 300 metros para mayores, con baños, duchas y vestidores. Hay un total de 11 espacios techados con parrilleros, vías asfaltadas, 5 canchas de minifútbol, 4 canchas de “*beach volley*”, una laguna artificial que permite captar agua y humedecer el lugar, 3 áreas de juegos diferenciadas por edades.
- Parque Jardín Botánico. Se encuentra ubicado en las calles Lucas Jaimes y Nicaragua, N° 2073 de la zona de Miraflores. Su superficie es de 16.000 metros cuadrados. La vegetación del parque cuenta con 96.414 especies. Dentro los atractivos del mismo, cuenta con dos invernaderos, uno grande y otro mediano para especies tropicales (palmeras, orquídeas y broméelas). Un invernadero pequeño para cactáceas, así como un espacio para plantas medicinales y dos rosadales. Se creó un

- microclima favorable para incrementar la biodiversidad con insectos y aves. Está dotado de una fuente de agua en el ingreso, un mirador, acuario, cascada, sistema de riego y baños. Se encuentra en proceso de implementación un herbario de plantas y una biblioteca especializada en botánica y medioambiente.
- Parque Jardín Japonés. Se encuentra ubicado en la calle 8 de Calacoto, Zona Sur de la ciudad. Su superficie asciende a los 5.635 metros cuadrados. El jardín es una representación original del manejo de la arquitectura del paisaje japonés, donde se representa los elementos de la naturaleza, como el recorrido del agua a partir de una noria, la laguna con peces, el mar en la arena blanca, los puentes, el manejo de los jardines en forma de lomo de pez. Las especies más representativas son kingo viloco, tuyas enanas, bambú, keñuas, setos de ligustros y álamo negro. Cuenta con infraestructura de baños, senderos de recorrido, una noria con su riachuelo, una laguna artificial, tres cascadas artificiales, un puente, un refugio que adorna el paisaje y un espacio denominado el mar de arena.
- Parque Las Cholas. Ubicado en la calle Arequipa, barrio de La Florida, zona Sur. Su superficie es de 22.300 metros cuadrados. El 70% de la superficie del parque está constituido por áreas verdes. Existen álamos gigantes y 30.000 unidades de flores de vegetación media. Cuenta con un área recreativa con 4 canchas de “beach volley”, una pista de patinaje con rampas, un mini teatro con escenario y graderías, pasillo cubierto con jardineras colgantes, áreas de juegos infantiles diferenciados por edades, un parvulario con elementos decorativos para niños y con cubierta, puente de agua y baños.
- Parque Laguna de Cota Cota (Tupác Katari). Ubicado en la calle 34 de la zona de Cota Cota, Zona Sur. Su superficie es de 12.300 metros cuadrados. Dentro de su vegetación se destacan los molles, eucaliptos, acacias, retamas, álamos y olmos, figuras y diseños florales como la tortuga y otras figuras para niños. Cuenta con un mirador, una pista señalizada para bicicletas y triciclos, un puente colgante de madera sobre la laguna, un tótem de madera, tres cascadas artificiales que desembocan en la laguna, chorro permanente de agua en la laguna, baños y un mini snack tipo barco. Posee juegos infantiles para promover la educación vial, dos áreas de juegos para niños menores y otro para mayores (columpios, atalayas de madera, resorteras, botes a pedal y otros).

- Bosquecillo de Achumani. Se encuentra ubicado en la calle 22 de la zona de Achumani, Zona Sur. Su superficie alcanza los 25.000 metros cuadrados de extensión. La vegetación alcanza a 46.900 plantas de diferente tipo. Cuenta con varias atracciones, como sendas de paseo, juegos infantiles, áreas de descanso para la lectura y en general, un espacio para compartir abiertamente con la naturaleza.

Grandes parques distritales.

- Parque Bartolina Sisa – Aranjuez. Ubicado en la Avenida Hernando Siles de la Zona de Aranjuez. Su superficie es de 26.178 metros cuadrados. Cuenta con una vegetación de 8.530 plantas. Dentro de la infraestructura cuenta con área recreativa con una cancha poli funcional, 10 áreas de parrillas con lavaplatos, un tobogán grande, área de juegos estáticos y modulares con puente colgante, 7 canchas pequeñas recreativas, 11 parqueos en los campos deportivos, 20 parqueos en el área verde asfaltada. Cuenta con un circuito de trotadores y bici senda de 1.726 metros lineales además de un área verde de 9.314 metros cuadrados.
- El Parque Urbano Central. Está ubicado en la Avenida del Ejército de la Zona Central. Cuenta con una superficie de 43.558 metros cuadrados. Es el pulmón verde del centro urbano, dotado de equipamiento para el encuentro de las culturas, el esparcimiento familiar, la preservación de la memoria, el ejercicio físico y múltiples actividades para la recreación y sano esparcimiento de todos los sectores sociales y todas las edades. Sus principales atractivos son: Boulevard Simón Bolívar, Boulevard Los Álamos 1ra y 2da fase, Memorial Marcelo Quiroga Santa Cruz, Bici senda y Trotadores, Cancha Zapata, Teatro al Aire Libre Vía Balcón primera fase, Parque Laikacota, Parque Roosevelt, Cúpula de Adobe, Canchas de la Avenida del Poeta, Área de Parrilleros, canchas deportivas para niños y el Comedor “La Bolita”.

Parques distritales y barriales.

- El Mirador de Killi Killi. Ubicado en la Avenida La Bandera. Zona de Villa Pabón. Su superficie es de 2.015 metros cuadrados. Cuenta con una vegetación de 32.200 plantas aproximadamente. El Mirador de Killi Killi forma parte del circuito turístico de la ciudad, cuenta con un pequeño parque infantil, pasillos, descansos, baños, posta policial y un delicado diseño floral alrededor del atractivo principal: un portal. Este mirador permite apreciar una vista panorámica de la ciudad de La Paz.

- Parque Ecológico Lak'a Uta. Está ubicado en la Avenida Marcelo Quiroga Santa Cruz, Zona Cotahuma. Su superficie es de 25.671 metros cuadrados. Cuenta con 15.398 metros cuadrados de áreas verdes. El parque ecológico cuenta con dos canchas polifuncionales y dos canchas pequeñas de recreación, 14 parrilleros, juegos infantiles, senderos naturales y enmallado de toda el área.
- Parque Domitila Chungara. Ubicado en la Zona Cuarto Centenario. Su superficie alcanza los 6.567 metros cuadrados. La vegetación comprende 17.500 plantas aproximadamente. Cuenta con un parque infantil con módulos de madera y juegos metálicos, paseos, 4 parrilleros con techo de jatata, lavaplatos, mesón, mesas, asientos e instalación de agua.
- Parque Humberto Quezada. Ubicado en la Avenida del Maestro, Zona de Alto Obrajes. Su superficie es de 5.982 metros cuadrados. Cuenta con aproximadamente 96.700 plantas florales, cubre suelos y especies arbustivas y florales. Contempla miradores naturales y taludes recubiertos de vegetación. Cuenta con un parque infantil, una cancha poli funcional y una plaza en la parte superior.
- Parque Las Delicias. Ubicado en la Avenida Las Delicias, Zona de Villa Fátima. Su superficie es de 1.864 metros cuadrados. Tiene una vegetación de 18.000 plantas entre especies florales, arbustivas y forestales. Cuenta con parque infantil dotado de módulos de madera y juegos metálicos, taludes recubiertos de plantas, paseos y jardines con mucho colorido.
- Parque Paseo La Costanerita. Ubicado en Avenida Costanerita entre el Mercado de las Flores y la calle 16 de la Zona de Obrajes. Su superficie es de 10.192 metros cuadrados. Cuenta con una vegetación de 18.630 plantas aproximadamente. Sus atractivos son: Parque infantil con módulos de madera y juegos metálicos, un atrio para actos cívicos, baños, paseos y jardines extensos.
- Parque Orkojahuirá. Ubicado en la Avenida Pasoskanki, Zona de Miraflores. Su superficie alcanza 1.329 metros cuadrados. La vegetación comprende 9.415 plantas aproximadamente consta de un parque infantil, una cancha de voleibol de playa, poli funcional, paseos, descansos y jardines.

Plazas de la ciudad.

- Plaza Villarroel. Está ubicada en la final de la avenida Busch. Zona de Alto Miraflores. Su superficie es 13.155 metros cuadrados. La vegetación variada de especies florales, arbustivas y forestales, aproximadamente 27.500 plantas. Cuenta

con un parque infantil con módulos de madera y juegos metálicos, una cancha de fútbol de salón, jardines donde predomina el color verde del césped y la variedad de flores. En su amplia planicie, cuenta con un espacio de mástiles de banderas, donde se realizan concentraciones y actos cívicos en diferentes fechas del año.

- Plaza Murillo. Está ubicada entre las calles Comercio y Ballivián de la Zona Central. Su superficie es de 4.206 metros cuadrados. La vegetación comprende 5.700 plantas aproximadamente. Es la plaza central de la ciudad, en la que se ubica el Palacio de Gobierno y el Palacio Legislativo. Destacan los arreglos de rosas y arbustos de diferentes colores.
- Plaza del Estudiante. Ubicada en la Avenida 16 de julio de la Zona Central. Su superficie es de 500 metros cuadrados. La vegetación comprende un total de 17.900 plantas aproximadamente. Dentro de sus atractivos destacan los montículos y arreglos florales.
- Plaza del Obelisco. Ubicada en la Avenida Eliodoro Villazón de la Zona Central. Su superficie es de 1.417 metros cuadrados. La vegetación alcanza un total de 13.357 plantas aproximadamente. Cuenta con 3 escudos florales relativos a las Fuerzas Armadas de la Nación, amplios pasillos y jardineras. Allí se repuso el monumento al Soldado Desconocido.
- Plaza Bolivia. Ubicada en la Avenida Arce, Zona Central. Su superficie alcanza los 7.792 metros cuadrados. La vegetación comprende 6.500 plantas aproximadamente. Destacan las lomas irregulares de césped, los arreglos florales y la variedad de árboles forestales. Cuenta con mobiliario urbano e iluminación.
- Plaza Roma. Ubicada en la calle 10 de Obrajes, Zona Sur. Su superficie es de 5.300 metros cuadrados. La vegetación comprende 20.300 plantas aproximadamente. Posee variedad de especies florales de diversos colores, agrupadas en arreglos, figuras y diseños. Cuenta con mobiliario urbano.
- Plaza Almirante Grau. Ubicada entre las calles 5 y 6 de Irpavi, Zona Sur. Su superficie es de 5.208 metros cuadrados. La vegetación comprende 17.890 plantas aproximadamente. Posee abundante vegetación y variedad de árboles, arbustos y flores de diversos colores, pasillos amplios, áreas de descanso.
- Plaza Amistad de Achumani. Ubicada en la Avenida García Lanza y calle 19 de la Zona de Achumani, Zona Sur. Su superficie es de 5.595 metros cuadrados. La vegetación comprende 7.500 plantas aproximadamente. Posee colorido de flores de diversas variedades y agrupadas en arreglos, pasillos y bancas.

- Plaza Abaroa. Ubicada entre las Avenidas 20 de Octubre y Sánchez Lima, Zona de Sopocachi. Su superficie es de 10.690 metros cuadrados. La vegetación alcanza a 85.000 plantas aproximadamente. Destacan los montículos, figuras, mosaicos y arreglos florales. Cuenta con mobiliario urbano, bancas, iluminación y amplios espacios de paseo.
- Plaza Sucre (San Pedro). Ubicada entre las calles Nicolás Acosta, Cañada Strongest y Colón, Zona San Pedro. Su superficie alcanza los 5.660 metros cuadrados. Cuenta con 19.360 plantas aproximadamente. Destacan los amplios jardines y un montículo floral alusivo a la Guerra de la Independencia.
- Plaza San Miguel. Ubicada en la Avenida Ballivián y calle 21 de Calacoto, Zona Sur. Su superficie es de 1.645 metros cuadrados. Cuenta con 5.200 plantas florales aproximadamente. Posee jardines con abundante césped y flores de diversos colores agrupadas en arreglos.
- Plaza del Montículo. Ubicada en la calle Ecuador, Zona de Sopocachi. Cuenta con una superficie de 14.907 metros cuadrados. Posee 30.250 plantas aproximadamente. Dentro de sus atractivos, posee una fuente de agua de mármol blanco, jardines con mucha predominancia de área verde y flores de variados colores.
- Plaza Alonso de Mendoza. Ubicada en la calle Evaristo Valle, Zona Central. Su superficie alcanza los 3.963 metros cuadrados. Cuenta con 12.500 plantas aproximadamente. Destacan los escudos florales de La Paz, el escudo de Bolivia y figuras del Reino de España hecho con plantas.
- Plaza Isabel La Católica. Ubicada en la Avenida Arce, Zona Central. Alcanza una superficie de 2.450 metros cuadrados. Cuenta con una vegetación de 15.000 plantas aproximadamente. Destacan los árboles de cedro y un arreglo floral de la flor de lis.
- Plaza Triangular. Ubicada en la Avenida Saavedra, Zona de Miraflores. Su superficie alcanza los 3.938 metros cuadrados. Cuenta con una vegetación de 16.680 plantas de diferentes especies aproximadamente. Dentro de sus atractivos principales destaca una amplia plaza donde se organizan actos cívicos. En conjunto se puede apreciar hermosos arreglos florales.
- Plaza Monumento a Busch. Ubicada en la Avenida Busch. Zona de Miraflores. Su superficie alcanza los 2.000 metros cuadrados. Cuenta con una vegetación de 15.000 plantas aproximadamente. Presenta amplios jardines con abundante césped y diversidad de flores agrupadas en arreglos florales.

- Paseo de El Prado. Ubicado a lo largo de la Avenida 16 de julio, Zona Central. Su superficie alcanza los 6.074 metros cuadrados. La vegetación comprende 76.500 plantas aproximadamente. Resalta el detalle en los macizos, montículos y arreglos florales durante todo el año. Es el principal paseo de la ciudad.

Jardines de la ciudad.

- Jardineras de la Av. Busch. Se encuentran dispuestas a lo largo de la Avenida Busch, Zona de Miraflores. Su superficie alcanza los 10.990 metros cuadrados. La vegetación contempla 60.500 plantas. Destacan los pasillos amplios en ambos lados de la jardinera central, con novedosos arreglos cubiertos con pensamientos y otras plantas de la estación.
- Jardineras de la Av. Ballivián. Ubicadas a lo largo de la Avenida Ballivián, Zona Sur de la ciudad de La Paz. Su superficie alcanza los 4.099 metros cuadrados. La vegetación contempla 22.300 plantas. Expone jardineras con mucho verdor, arreglos florales en los que destacan la verónica y reina margarita.
- Jardineras de la Avenida Rafael Pabón. Se encuentran ubicadas en la Avenida Rafael Pabón de la zona de Irpavi. Su superficie es de 1.705 metros cuadrados. La vegetación alcanza a 14.800 plantas. Cuenta con jardineras coloridas y arreglos de flores.

ANEXO 2 – TABLAS

Tabla 1

Áreas Verdes Urbanas de la ciudad de La Paz

Clasificación	Superficie (m2)	Porcentaje
Grandes Parques	177235	54.87%
Grandes Parques Distritales	53731	16.64%
Plazas de la ciudad	75222	23.29%
Jardineras	16794	5.20%
TOTAL	322982	100.00%

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Tabla 2

Áreas Verdes Urbanas de la ciudad de La Paz

Clasificación	Unidades de Vegetación	Porcentaje
Grandes Parques	262814	35.11%
Grandes Parques Distritales	60360	8.06%
Plazas de la ciudad	327680	43.78%
Jardineras	97600	13.04%
TOTAL	748454	100.00%

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Tabla 3

Áreas Verdes Urbanas de la ciudad de La Paz

Clasificación	Superficie (m2)	Unidades de Vegetación
Jardineras	5.20%	13.04%
Grandes Parques Distritales	16.64%	8.06%
Plazas de la ciudad	23.29%	43.78%
Grandes Parques	54.87%	35.11%
TOTAL	100.00%	100.00%

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Tabla 4**Grandes Parques de la ciudad de La Paz**

Clasificación	Superficie (m2)	Unidades de Vegetación
Jardín Japonés	5635	15000
Parque Laguna de Cota Cota	12300	18000
Parque Laikakota	16000	26500
Jardín Botánico	16000	96414
Parque de Las Cholas	22300	30000
Bosquecillo de Achumani	25000	46900
Parque Valle del Sol	80000	30000

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Tabla 5**Grandes Parques Distritales**

Clasificación	Superficie (m2)	Unidades de Vegetación
Parque Plaza Murillo	4206	5700
Parque Costanerita	10192	18630
Parque Plaza Villaroel	13155	27500
Parque Bartolina Sisa	26178	8530

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Tabla 6**Plazas de la ciudad**

Clasificación	Superficie (m2)	Unidades de Vegetación
Plaza San Miguel	1645	5200
Plaza Monumento a Busch	2000	15000
Plaza Isabel La Católica	2450	15000
Plaza Triangular	3938	16680
Plaza Alonso de Mendoza	3963	12500
Plaza Almirante Grau - Calles 4 y 5	5208	17890
Plaza Roma - Obrajes calle 13	5300	20300
Plaza Amistad - Achumani calle 19	5595	7500
Plaza Sucre	5660	19360
Paseo del Prado	6074	76500
Plaza Bolivia - Av. Arce	7792	6500
Plaza Abaroa	10690	85000
Plaza del Montículo - Plaza España	14907	30250

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Tabla 7**Jardineras**

Clasificación	Superficie (m2)	Unidades de Vegetación
Jardineras de la Av. Rafael Pabón	1705	14800
Jardineras de la Av. Ballivián	4099	22300
Jardineras de la Av. Busch	10990	60500

Fuente: Empresa Municipal de Áreas Verdes (EMAVERDE)

Tabla 9**Precio /m2 - La Paz 2015**

(Expresado en US\$/ m2 construido)

Zona	Precio (US\$)	
	Casa	Departamento
Chijini	444.79	
Villas	619.76	674.13
Següencoma	692.74	938.22
Cota Cota	716.15	815.20
Llojeta	750.07	
Irpavi	809.66	882.64
Sopocachi	885.78	955.54
Río Abajo	887.50	
Obrajes	892.84	949.31
Achumani	911.47	885.93
Calacoto	973.01	1,073.94
Miraflores	1,063.85	890.25
Auquisamaña	1,089.69	903.33
San Alberto	1,227.71	
Los Pinos	1,228.40	906.35
Centro	1,252.43	943.70

Fuente: Datos del estudio

Tabla 10**Superficie construida por tipo de vivienda, La Paz 2015****(Expresado en US\$/ m2 construido)**

Zona	Precio (US\$)	
	Casa	Departamento
Chijini	390.00	
Villas	305.44	217.29
Següencoma	692.74	938.22
Cota Cota	716.15	815.20
Llojeta	750.07	
Irpavi	809.66	882.64
Sopocachi	885.78	955.54
Río Abajo	887.50	
Obrajes	892.84	949.31
Achumani	911.47	885.93
Calacoto	973.01	1,073.94
Miraflores	1,063.85	890.25
Auquisamaña	1,089.69	903.33
San Alberto	1,227.71	
Los Pinos	1,228.40	906.35
Centro	1,252.43	943.70

Fuente: Datos del estudio

Tabla 11
Cantidad de habitaciones por tipo de inmueble, La Paz 2015
 (Expresado en número de habitaciones)

Zona	Cantidad de habitaciones	
	Casa	Departamento
Irpavi	2.96	2.96
Auquisamaña	3.16	2.90
Villas	3.33	3.43
Calacoto	3.60	3.04
Achumani	3.74	3.06
Llojeta	3.75	
Obrajes	3.78	2.50
Río Abajo	3.89	
Cota Cota	4.00	2.90
Los Pinos	4.00	2.93
San Alberto	4.00	
Miraflores	4.17	2.73
Següencoma	4.25	3.00
Chijini	4.50	
Sopocachi	4.69	3.07
Centro	7.67	2.50

Fuente: Datos del estudio

Tabla 12**Metros cuadrados de área verde y unidades de vegetación****La Paz, 2015****(Expresado en m²/zona y Unidades de vegetación/zona)**

Descripción		
Zona	m² de área verde/zona	Unidades de vegetación/zona
Irpavi	4,008.96	18,075.77
Auquisamaña	1,645.00	5,200.00
Villas	16,000.00	26,500.00
Calacoto	5,555.60	16,560.00
Achumani	23,258.53	43,273.08
Llojeta	10,192.00	18,630.00
Obrajes	5,289.78	20,032.22
Río Abajo	62,561.57	23,865.71
Cota Cota	12,300.00	18,000.00
Los Pinos	12,300.00	18,000.00
San Alberto	5,300.00	20,300.00
Miraflores	12,185.83	49,333.33
Següencoma	22,300.00	30,000.00
Chijini	9,981.50	19,500.00
Sopocachi	11,777.08	44,461.54
Centro	8,137.33	12,633.33

Fuente: Datos del estudio

Tabla 13

Las Áreas Verdes Urbanas de la ciudad de La Paz

Parques / Plazas	Zona	Superficie (m2)	Unidades de Vegetación
Parque Laikakota	Central	16000	26500
Parque Valle del Sol	Mallasa	80000	30000
Jardín Botánico	Miraflores	16000	96414
Jardín Japonés	Calacoto	5635	15000
Parque de Las Cholas	La Florida	22300	30000
Parque Laguna de Cota Cota	Cota - Cota	12300	18000
Parque Bartolina Sisa	Aranjuez	26178	8530
Parque Costanerita	Obrajes	10192	18630
Parque Plaza Villaroel	Miraflores	13155	27500
Parque Plaza Murillo	Central	4206	5700
Plaza Bolivia - Av. Arce	Sopocachi	7792	6500
Plaza Roma - Obrajes calle 13	Obrajes	5300	20300
Plaza Almirante Grau - Calles 4 y 5	Irpavi	5208	17890
Plaza Amistad - Achumani calle 19	Achumani	5595	7500
Plaza Abaroa	Sopocachi	10690	85000
Plaza Sucre	San Pedro	5660	19360
Plaza San Miguel	San Miguel	1645	5200
Plaza del Montículo - Plaza España	Sopocachi	14907	30250
Plaza Alonso de Mendoza	Central	3963	12500
Plaza Isabel La Católica	Sopocachi	2450	15000
Plaza Triangular	Miraflores	3938	16680
Plaza Monumento a Busch	Miraflores	2000	15000
Paseo del Prado	Central	6074	76500
Jardineras de la Av. Busch	Miraflores	10990	60500
Jardineras de la Av. Ballivián	Calacoto	4099	22300
Jardineras de la Av. Rafael Pabón	Irpavi	1705	14800
Bosquecillo de Achumani	Achumani	25000	46900

Fuente: Gobierno Municipal de La Paz

ANEXO 3 – ESTIMACIÓN DEL MODELO

Source	SS	df	MS	Number of obs =	618
-----+-----					
Model	6122768.68	10	612276.868	F(10, 607) =	19.49
Residual	19066470.5	607	31410.9892	Prob > F =	0.0000
-----+-----					
Total	25189239.1	617	40825.3471	R-squared =	0.2431
-----+-----					
				Adj R-squared =	0.2306
				Root MSE =	177.23

psu	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
-----+-----						
tres_habit~o	-251.3963	112.3962	-2.24	0.026	-472.1289	-30.66372
uvga_calac~o	94.77012	14.93041	6.35	0.000	65.4486	124.0916
sopocachi	55.02296	32.31243	1.70	0.089	-8.434777	118.4807
centro	322.2755	83.3951	3.86	0.000	158.4976	486.0535
tres_habit~i	45.78164	27.66394	1.65	0.098	-8.547024	100.1103
achumani	72.95823	24.57487	2.97	0.003	24.69615	121.2203
uvga	52.57448	15.99105	3.29	0.001	21.16998	83.97898
uvga2	-5.155979	1.806702	-2.85	0.004	-8.704124	-1.607834
d01	-.0538153	.0079712	-6.75	0.000	-.0694698	-.0381609
ga	64.57503	30.64141	2.11	0.035	4.398972	124.7511
_cons	746.5014	42.73754	17.47	0.000	662.57	830.4328

Estimación del Modelo con la Distancia al Cuadrado

Source	SS	df	MS	Number of obs =	618
-----+-----					
Model	6871984.69	10	624725.881	F(10, 607) =	12.16
Residual	32066067.4	607	51387.9286	Prob > F =	0.0000
-----+-----					
Total	38938052.1	617	61319.7671	R-squared =	0.1765
-----+-----					
				Adj R-squared =	0.1620
				Root MSE =	226.69

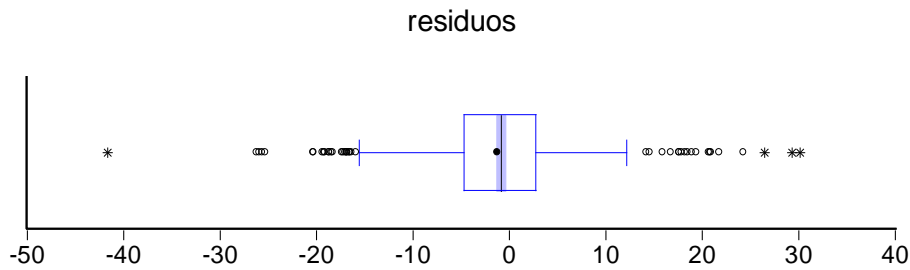
psu	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
tres_habit~o	-491.7696	126.5351	-3.89	0.000	-740.2558	-243.2834
uvga_calac~o	95.6318	19.18458	4.98	0.000	57.95764	133.306
sopocachi	69.01859	40.85217	1.69	0.092	-11.20579	149.243
centro	580.4794	98.54551	5.89	0.000	386.9584	774.0004
tres_habit~i	18.90512	34.85065	0.54	0.588	-49.53364	87.34388
achumani	92.60772	30.75716	3.01	0.003	32.20763	153.0078
uvga	30.80223	20.09715	1.53	0.126	-8.664001	70.26847
uvga2	-3.53122	2.275243	-1.55	0.121	-7.99928	.9368397
d01	-.1035774	.026322	-3.94	0.000	-.1552679	-.0518869
ga	46.45149	38.82779	1.20	0.232	-29.79747	122.7004
d02	.0000119	5.78e-06	2.06	0.040	5.45e-07	.0000232
_cons	850.6563	55.74004	15.26	0.000	741.1955	960.1171

ANEXO 4 – TESTS

DIAGNÓSTICO DE LOS RESIDUOS

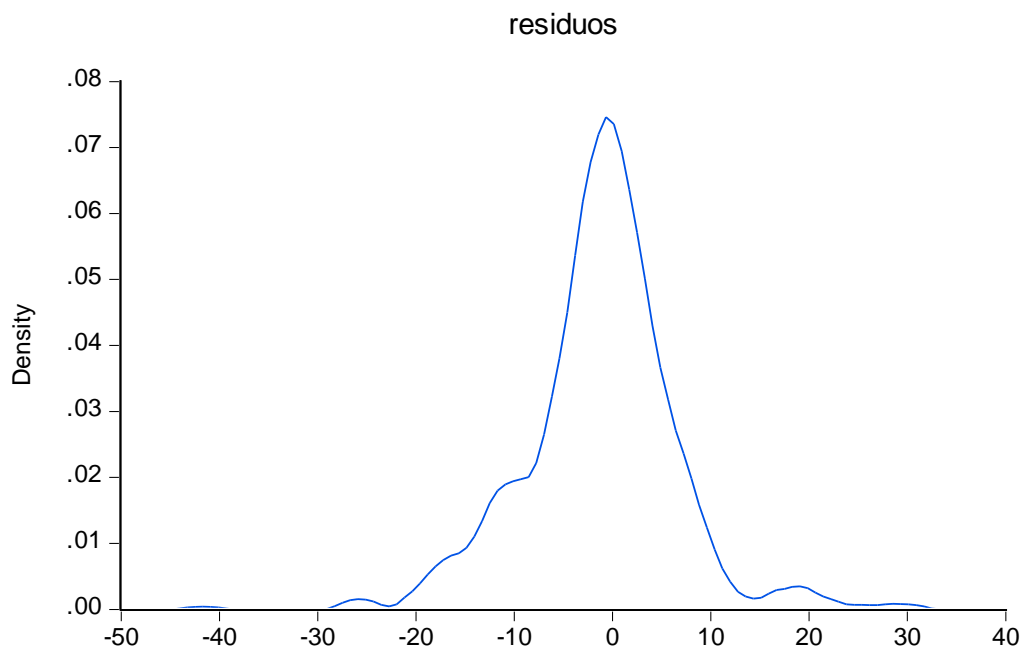
1. Normalidad de los residuos

a. DIAGRAMA DE CAJAS



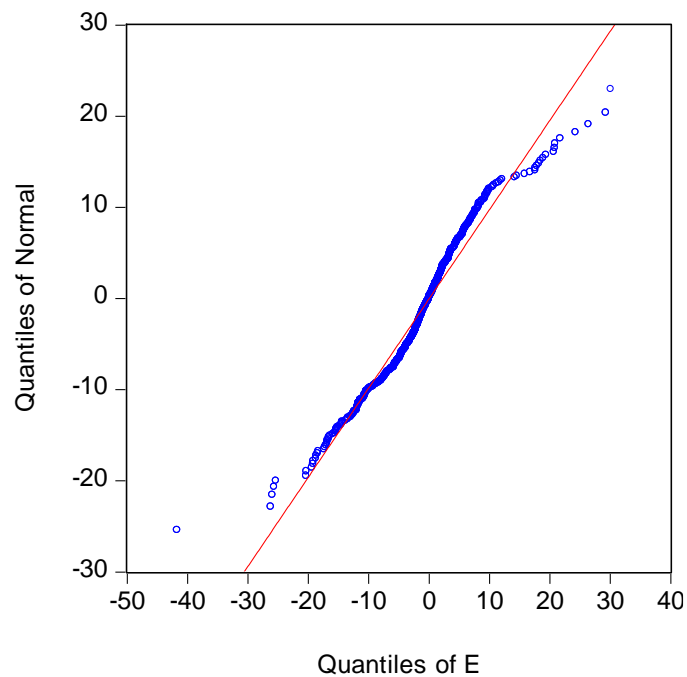
Nota.- El diagrama de cajas, nos muestra que existen observaciones atípicas. Por este motivo, es probable que los estadísticos formales de normalidad no ayuden a probar la normalidad asintótica.

b. Kernel



Nota.- Nos muestra, que en la distribución de los residuos, claramente, el coeficiente de kurtosis señala una distribución leptocúrtica. Esto nuevamente nos señala que las pruebas de normalidad son sensibles a este aspecto (existencia de observaciones atípicas).

c. Qqplot de los residuos



Nota.- El gráfico del qqplot, señala que la mayoría de los puntos de dispersión están alrededor de la línea recta. Esto quiere decir que la mayoría de las observaciones tienden a la normalidad, esto es una prueba no formal pero finalmente, prueba la normalidad de los residuos.

2. HETEROCEDASTICIDAD

White's test for H_0 : homoskedasticity
against H_a : unrestricted heteroskedasticity

chi2(39) = 52.73

Prob > chi2 = 0.0699

3. PRUEBA DE ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of psu

H_0 : model has no omitted variables

F(3, 604) = 1.68

Prob > F = 0.1696

Finalmente, no existe evidencia para creer que el modelo no esté correctamente especificado. A un nivel de significación del 5%, el p-value es mayor a 0.05. Esto quiere decir que no existe razón suficiente para rechazar que el modelo está correctamente especificado.

4. PRUEBA DE INFLACIÓN DE LA VARIANZA PARA MULTICOLINEALIDAD

Variable	VIF	1/VIF
-----+-----		
uvga	20.87	0.047927
uvga2	20.62	0.048498
achumani	2.37	0.422047
centro	2.18	0.459077
tres_habit~i	2.01	0.497751
tres_habit~o	1.99	0.501345
sopocachi	1.85	0.539342
d01	1.50	0.664853
uvga_calac~o	1.43	0.697381
ga	1.17	0.854635
-----+-----		
Mean VIF	5.60	