



COMUNICACIÓN

Título: Impacto de los factores del entorno sobre el valor de la vivienda. Un análisis para la ciudad de Barcelona.

Autores y e-mails de todos:

Adrián González Jiménez (adgonji@arq.upv.es)

Escuela Técnica Superior de Arquitectura,

Alicia Llorca Ponce (allopon@omp.upv.es)

Departamento de Organización de Empresas

Soledad Valero Cubas (svalero@dsic.upv.es)

Departamento de Sistemas Informáticos y Computación

Departamento: Organización de Empresas

Universidad: Universitat Politècnica de València

Área Temática: 9. Ciudades, áreas metropolitanas, mega-regiones y redes.

Resumen:

Este trabajo tiene como objetivo identificar la incidencia de características del entorno en el valor de la vivienda con el propósito de crear un modelo de precios. La investigación presentada analiza la relevancia de variables externas como la accesibilidad, existencia de zonas verdes, *amenities* y equipamientos sanitarios, culturales y docentes.

Partiendo de una investigación previa sobre la incidencia de las variables internas, ampliamos el estudio incorporando en el análisis las variables externas antes indicadas. Para ello aplicamos las técnicas de análisis factorial sobre el conjunto de variables internas más externas. La incorporación de variables que cuantifican (o miden) la calidad del entorno revela cambios significativos en el peso de factores y en la composición de los mismos.

Los resultados del análisis muestran que las variables externas se engloban principalmente en cuatro factores de gran entidad, lo que nos resulta de gran utilidad para la formalización de un índice completo que sea capaz de tener en cuenta tanto el impacto de elementos internos o propios de la vivienda como elementos del entorno. Así pues, podremos utilizar los factores obtenidos para valorar y jerarquizar la incidencia de las variables externas incorporadas.

Palabras Clave: Precios de la Vivienda, Mercado Inmobiliario, Análisis Factorial, Análisis clúster, Barcelona

Clasificación JEL: R31



1. Introducción.

La economía del urbanismo se ha centrado desde mediados del s. XX en la valoración de las propiedades inmobiliarias, sobre la cual se ha teorizado mucho y se han llegado a desarrollar minuciosos modelos de valoración avalados por ese amplio estudio de las características que determinan el precio de un inmueble.

En este trabajo, partiendo de la bibliografía estudiada (ver siguiente epígrafe), se ha desarrollado un experimento estadístico para profundizar en la aplicación de características externas a la vivienda con el fin de estimar su precio. La premisa del experimento consiste en hallar evidencias de que, a la hora de determinar el precio de una vivienda, este se obtiene no solo de las características internas o intrínsecas del inmueble (número de habitaciones y/o baños, superficie, presencia de ascensor y/o plaza de aparcamiento), sino también de otros indicadores presentes en el entorno donde se localiza la vivienda. Dentro de las variables externas, este experimento se centra exclusivamente en aquellos elementos físicos que se encuentran presentes en cascos urbanos y ayudan a conformar el tejido de las ciudades, además de otras características estrechamente relacionadas con la ubicación espacial como la accesibilidad; en este trabajo se estudiarán, pues, variables tales como la presencia de zonas verdes o equipamientos deportivos, así como la conexión de las viviendas a la red de transporte público o la cercanía al centro de la ciudad (o Central Business District, CBD).

La hipótesis de partida para este trabajo es que las variables internas y externas son representativas del precio de la vivienda. En caso de ser cierto, un análisis estadístico de reducción de datos debería, a partir de una selección de variables internas y externas, arrojar un resultado que no excluya ninguna de las dos categorías de variables.

El objeto de estudio es la ciudad de Barcelona, que es la segunda ciudad más grande de España con más de 1 600 000 habitantes. Para la realización del trabajo se han obtenido información y datos a través del portal inmobiliario Idealista y de la web de la Oficina de Estadística de Barcelona. Algunos datos se han obtenido mediante elaboración propia, especialmente cuestiones relativas a geolocalización.



2. Fundamentos teóricos.

2.1.Revisión de la literatura.

El valor de una vivienda depende de muchas características asociadas tanto a aspectos propios de la vivienda como a aquellos relativos a su localización. Entre los primeros destacamos la superficie total, el número de habitaciones y baños, la orientación, la existencia o no de ascensor, la calidad de los materiales y el estado de conservación, por destacar los más relevantes. En cuanto a la localización sabemos que aportan valor todos aquellos aspectos que supongan mayor accesibilidad a equipamientos públicos, equipamientos docentes, comercios, amenidades, parques, espacios verdes y otros lugares de esparcimiento. Es necesario también destacar la existencia de aspectos de carácter externo que reducen el valor de una localización como el ruido, la contaminación o la inseguridad. Comenzaremos repasando diversos trabajos que se han ocupado de analizar la incidencia en el precio de la vivienda de características externas, ya que son el elemento novedoso incluido en esta investigación después de una primera fase dedicada en exclusiva a las variables internas, González y Llorca, (2018).

A la hora de analizar los factores relativos a la localización y su influencia, Núñez et al.(2009) señala que los distintos modelos giran en torno a dos enfoques o teorías: la accesibilidad y las externalidades. Los primeros modelos, basados en la accesibilidad general, eran herederos de Von Thünen, cuyo trabajo fue publicado en 1826 en su libro titulado *Der isolierte Staat*. Bajo estos enfoques, de carácter monocéntrico, la accesibilidad supone un ahorro en los costes de acceso al centro, entendido como el lugar en el que se concentran el trabajo, el comercio o las amenidades. La menor accesibilidad supone costes, tanto monetarios como de tiempo. Estos modelos consideran que las personas cuentan con una renta determinada que tienen para gastar en accesibilidad o en otros bienes de consumo. Cuanto mayor accesibilidad se desee en mayor medida se deberá renunciar a otros elementos que aportan valor como la cantidad de metros cuadrados de vivienda.

El trabajo de Tiebout (1956) supone un nuevo enfoque en el punto de mira para determinar el valor de una localización. En este caso, las decisiones de localización



residencial no están basadas en la accesibilidad al centro sino en las preferencias de determinadas zonas o entornos por sus características propias. Este enfoque implica la consideración de muchos otros aspectos locativos al margen de la distancia al Central Business District (CBD), como son el entorno ambiental, calidad de la educación, existencia de equipamientos públicos, de comercios y de amenidades, entre otros. Los trabajos sobre precios de la vivienda han puesto de manifiesto el importante número de factores que se toman en cuenta en las decisiones de localización residencial. Por otro lado, la aparición de la metodología hedónica aplicada al valor de la vivienda, especialmente con el trabajo de Rosen (1974), abrió una nueva puerta que permitió ampliar el número de variables a la hora de diseñar modelos de precios de la vivienda.

Cuando hablamos de los factores de localización hacemos referencia a características del lugar que generan externalidades, dando o quitando valor a la vivienda. Caballer (2002) clasifica las externalidades en tres tipos: físicas, sociales y económicas. Las externalidades físicas incluyen los aspectos urbanísticos, equipamientos, zonas verdes y la proximidad a servicios importantes para los ciudadanos como el transporte público. Las segundas, las externalidades sociales, hacen referencia a aspectos relacionados con el estatus social de los residentes del barrio. En este punto podríamos incluir la renta, el nivel de estudios o situación profesional y también la raza o religión. En tercer lugar se encuentran las externalidades de carácter económico, relativas a cuestiones especulativas o localización de actividades económicas.

2.2. Accesibilidad general.

Como ya hemos señalado, los primeros trabajos que analizaron el papel de la accesibilidad eran herederos de Von Thünen, destacamos entre ellos los de Alonso (1964), Mills (1972), Muth (1969) y Wingo (1972). Estos modelos monocéntricos consideran la accesibilidad al CBD como una ventaja que aporta valor. En sentido contrario, la distancia y menor accesibilidad suponen costes de transporte, tanto monetarios como de tiempo, así como otro tipo de molestias que generan inadecuación. Reciben el nombre de modelos de compensación: consideran que las familias cuentan con una determinada renta que deberán asignar para pagar la accesibilidad y otros



bienes de consumo que les aporten utilidad.

Alonso (1964) expresa cómo la accesibilidad aporta valor a una vivienda, señalando que las familias que residen en localizaciones menos accesibles tendrán que soportar mayores costes de transporte, por lo que cada metro cuadrado de vivienda deberá ser ofrecido a menor precio. En sentido contrario podemos afirmar que la accesibilidad afecta positivamente al precio de la vivienda. Las viviendas con mayor accesibilidad supondrán un ahorro en costes y éste será cobrado por el oferente. Además sabemos que la mejor accesibilidad —o, con otras palabras, las economías de localización— se incorpora en la renta del suelo y, por tanto, en el precio de la vivienda.

Diversos estudios concluyen que la hipótesis de los modelos monocéntricos en los que el precio decrece con la distancia al CBD parece que no se mantiene, Bender y Hwang (1985) y Coulson (1991). Varios investigadores han considerado medidas de la accesibilidad alternativas a la distancia al centro; en lugar de medirla respecto a un único centro, CBD, se establece como medida la distancia a distintos centros de trabajo, McMillen y McDonald, (1990). Centrándonos en la accesibilidad al trabajo las conclusiones no son todas coincidentes; Munroe (2007) considera que el valor de la vivienda disminuye a medida que aumenta la distancia al centro y a los espacios donde se concentra el empleo; en la misma línea, Hwang (2009) en un estudio para las zonas metropolitanas de Buffalo y Seattle concluye que la accesibilidad al trabajo es un determinante significativo del precio de la vivienda. Sin embargo, Molin y Timmermans (2003) obtienen que la accesibilidad tiene menor influencia en las decisiones de localización residencial que otros factores del entorno. Por otro lado, hay que destacar que algunos trabajos demuestran que la valoración de la accesibilidad difiere a lo largo del espacio urbano dependiendo del nivel de renta de la población; en este sentido, Quigley (1985) llega a la conclusión que en las zonas con rentas más bajas la accesibilidad al trabajo es uno de los elementos más importante de las decisiones de localización, a diferencia de las zonas con mayores ingresos.

Otros, además de la distancia, incluyen como medida de accesibilidad el tiempo tanto al CBD como a otros puntos de interés, Song, (1996) y Katz y Rosen, (1987).



2.3. La accesibilidad al transporte público.

Distintos trabajos muestran correlaciones entre los precios de la vivienda y el acceso a transportes públicos. Los resultados demuestran que el acceso al metro y tren urbano afecta positivamente al precio de la vivienda. Cervero (1994) estudia el efecto en la ciudad de Atlanta; Cervero (1996) en San Francisco; Cervero y Duncan (2002) en Los Ángeles; Hess et al. (2007) en Buffalo, Nueva York; Chatman et al. (2012) en Nueva Jersey y Hewitt y Hewitt (2012) en la ciudad de Ottawa. Recientemente se han realizado diversos estudios centrados en distintas ciudades en China como el de Zhang et al. (2016); Chen y Kingsley (2015).

De acuerdo con los planteamientos de las teorías tradicionales de la localización, la existencia o creación de infraestructuras del transporte aumenta la accesibilidad, lo que conlleva una mayor demanda y un mayor precio de la vivienda. Sin embargo, diversas investigaciones ponen en cuestión la influencia positiva del acceso a las infraestructuras sobre el precio de la vivienda. Si en el estudio de dicha relación tomamos como variable la proximidad a las paradas de tren ligero, encontramos que actúan dos fuerzas contrapuestas: una positiva, la mejora a la accesibilidad propiamente, y otra negativa como son los ruidos y las vibraciones. Es complejo determinar el efecto de estas dos fuerzas contrarias. Entendemos que, si prima el efecto positivo sobre el negativo, la proximidad afectará positivamente al precio de la vivienda. Las externalidades negativas se producirán en aquellas viviendas que se encuentren muy próximas y, en mayor medida, en las inmediaciones de los trenes que circulen en superficie frente a los metros. Los trabajos muestran que no hay un claro consenso en la relación entre la distancia a las paradas y el precio de la vivienda. Según se cita en Fernández et al. (2012), Al-Mosaind et al. (1993) considera que hay una capitalización positiva por la proximidad a las estaciones de Light Rail Transport (LRT, tren ligero) para las viviendas hasta 500 metros de distancia; además, en dicho trabajo se revisa más literatura citando trabajos que encuentran un impacto positivo como los de Chen et al. (1997); So et al., (1997) y Laakso, (1992) y otros en los que no se encuentra relación positiva, Hennebery, (1998); Forrest et al. (1996).



2.4. Equipamientos educativos y precios de la vivienda.

Diferentes estudios apoyan la existencia de una influencia positiva entre los equipamientos educativos y el precio de la vivienda. Muchos de ellos se orientan a determinar qué variables utilizar para valorar el impacto de los equipamientos educativos (como, por ejemplo, resultados de sus egresados) y el precio de la vivienda. Un trabajo pionero que explora la relación entre la calidad de los colegios y el precio de la vivienda es el de Oates (1969) en New Jersey. Obtiene evidencias sobre una relación positiva entre el gasto en colegios y el precio de la vivienda. Entre la gran cantidad de trabajo al respecto, destacamos los estudios realizados para distintas ciudades en Estados Unidos; Jud y Watts (1981) prueban una alta y positiva relación entre la calidad de los colegios y el precio de la vivienda en el Condado de Charlotte, dicha relación positiva también es encontrada por Brasington y Haurin (1996) en Ohio; Zahirovic-Herbert y Turnbull et al. (2009) en la zona de Baton Rouge; Sedgley et al. (2008) en el estado de Maryland; Owusu-Edusei, et al. (2007) en el Área Metropolitana de Greenville; también se han realizado estudios en regiones europeas: en Reino Unido, Gibbons y Machin (2003) encuentran dicho efecto positivo respecto a las escuelas primarias y Fack y Grenet (2010) en París para las escuelas secundarias.

En China, Zheng et al. (2016) realizan un estudio para la ciudad de Beijing encontrando que la accesibilidad a los centros de estudios secundarios clave se capitaliza en el precio de la vivienda. Wen et al. (2014) obtienen que en la ciudad Hangzhou los equipamientos educativos afectan positivamente al precio de la vivienda. Feng y Lu (2013) estudian dicha relación para la ciudad de Shanghai y Ching y Foong (2006) en Singapur, encontrando también un efecto positivo entre los equipamientos educativos y el precio de la vivienda.

2.5. Espacios verdes y entorno ambiental.

Los espacios verdes son valorados por los residentes ya que permiten realizar actividades de ocio además de ofrecer un disfrute estético. La relación entre la accesibilidad a espacios verdes así como la calidad medioambiental del entorno también han sido ampliamente estudiadas por los investigadores. Destacamos, entre otros, los trabajos de: Tyrväinen (1997), Luttik (2000), Bolitzer y Netusil (2000), Tajima (2003),



Brasington y Hite (2005), Jim y Chen (2005), Kong et al. (2007), Emil y Lausted (2013) y Gibbons et al (2014). La conclusión más frecuente es que una vecindad con espacios verdes y buen entorno medioambiental hace que los compradores estén dispuestos a pagar un extra por el acceso a estos bienes.

Destacamos el trabajo de Bengoechea (2003), en el que, para analizar la relación entre el precio de las viviendas y las dotaciones relativas a espacios verdes urbanos en la ciudad de Castellón, considera tres variables: la existencia de vistas a un parque o jardín público, la distancia desde una vivienda a su zona verde más cercana y, por último, el tamaño de dicha zona verde. Obtiene una relación inversa entre la distancia a espacios verdes urbanos y el precio de la vivienda, citado en Fernández et al. (2012).

Otros aspectos medioambientales que pueden tener influencia en el precio de la vivienda considerados por los investigadores han sido el ruido ambiental y la calidad del aire. En relación a este último aspecto destaca el trabajo de Ridker y Henning (1967), que fue el primero en aplicar la metodología de los precios hedónicos para determinar cómo inciden diversos atributos al precio de la vivienda. En esta línea también destaca el trabajo de Boyle y Kiel (2001), en el que se realiza una importante revisión de los estudios que analizan el efecto de variables, tales como la calidad del aire y del agua y la proximidad de equipamientos o actividades no deseadas, sobre el precio de la vivienda, citado en Fernández et al. (2012). Estas variables no serán implementadas en nuestro análisis, si bien este tipo de externalidades negativas podría servir para explicar algunos de los resultados expuestos, que guardan relación con la orientación de las viviendas.

Coro y Le Gallo (2013) analizan el impacto del ruido y la calidad del aire en el centro de Madrid. En el caso de la calidad del aire obtienen que la percepción subjetiva de los residentes afecta más al precio de la vivienda que las medidas objetivas sobre la contaminación ambiental. Respecto al ruido, diversos trabajos como el de Blanco et al. (2013) y Seimetz (2010) se centran en analizar el impacto sobre el precio de externalidades negativas derivadas del ruido generado por los aviones. Estos trabajos, igual que los citados previamente de Boyle y Fernández et al., explican ciertos resultados obtenidos tras el análisis.



2.6. Características internas.

La literatura que aborda las características internas de la vivienda es muy extensa. En este apartado simplemente citaremos algunos de los trabajos más relevantes, dejando para un posterior trabajo una revisión más a fondo de las correlaciones obtenidas entre las diferentes variables internas analizadas y el precio de la vivienda. Muchas han sido las características que se han tenido en cuenta con diferencias entre los distintos ciudades y mercados analizados. Como variables más habitualmente analizadas destacamos el tamaño, edad, calidad de los materiales, estado de conservación, instalaciones, equipamientos, número de estancias, número de dormitorios y número de baños.

La aparición del trabajo de Rosen (1974) abrió una puerta a la aplicación de la metodología hedónica en el mercado inmobiliario. Hacemos referencia a la revisión bibliográfica realizada por Núñez et al. (2009), quienes, además de desarrollar un modelo hedónico y otro de red neuronal artificial para analizar el impacto de las características internas sobre los precios de la vivienda en la ciudad de Córdoba, realizan una importante revisión bibliográfica de los trabajos que han utilizando la metodología de modelos hedónicos. Los trabajos citados por Nuñez et al. (2009) han sido los siguientes: "Straszheim (1975), King (1976), Morris y otros (1979), Wittle y otros (1979), Linneman (1980), Brueckner y Colwell (1983), Bartik (1987), Lichtenstein y Kern (1987), Can (1992), Mok y otros (1995), Clapp y Giacotto (1998), Fletcher y otros (2000), Bilbao (2000), Emrath (2002), Clapp y Giacotto (2002), Malpezzi (2003) y Fletcher y otros(2004)". Nosotros además añadimos el trabajo de Bover y Velilla (2001) a este bagaje.

3. Metodología.

Para llevar a cabo el experimento se han extraído del portal Idealista un total de 12550 testigos de viviendas a la venta en Barcelona a través de esta página web; la técnica de obtención de estos datos fue minería de datos mediante cURL con acceso a la base de datos API de Idealista. De las muestras de Idealista se obtuvieron variables relativas a características internas de las viviendas y al registro de los inmuebles en la



web. Tras descartar todas las innecesarias o poco informativas, se obtuvo un grupo definitivo compuesto por 9 variables que han sido incluidas en este experimento:

-floor (piso/planta en que se haya la vivienda): se han simplificado los casos de vivienda unifamiliar aislada y bajos como planta 0, semisótanos y sótanos como plantas negativas, y entresuelos como planta 1.

-propertyType (tipología): en Barcelona se han encontrado listados 5 tipos de inmueble, que son: estudio, apartamento, ático, dúplex y chalet (esta última categoría incluye subtipos especificados en la web como "villa" o "casa rural").

-size (área): superficie del inmueble en metros cuadrados.

-exterior: en caso de que la vivienda forme parte de un bloque plurifamiliar, esta variable explica si la vivienda está orientada al exterior o interior de la manzana.

-rooms: número de habitaciones.

-bathrooms: número de baños.

-status (estado): estado de conservación de la vivienda, distinguiendo principalmente si necesita o no reforma.

-hasLift: si el inmueble dispone o no de ascensor.

-parkingSpace: si la vivienda incluye una plaza de aparcamiento.

Mediante la consulta a fuentes oficiales municipales se ha obtenido además información suficiente para elaborar una lista de variables externas:

-Greensqm/hab: metros cuadrados de zona verde por habitante, por distrito.

-Playgrounds: parques con área de juegos infantiles por distrito.

-PubSchools: número de escuelas públicas por distrito.

-PrivSchools: número de escuelas privadas por distrito.

-Museums: número de museos por barrio.

-SportingSpaces: número de instalaciones deportivas de diversa índole presentes en el distrito.

-CAPs: número de Centros de Atención Primaria (CAP), instalaciones sanitarias, por cada distrito.



-AreaTeaching: porcentaje de la superficie de locales destinados a actividades económicas ocupado por actividades relacionadas con la enseñanza. Valor extraído por barrios.

-AreaAmenities: porcentaje de la superficie de locales destinados a actividades económicas ocupado por actividades relacionadas con el ocio, el esparcimiento, los espectáculos y otros aprovechamientos lúdicos.

Además de estas variables, que han sido todas obtenidas de la información accesible en la Oficina de Estadística de Barcelona, se han incluido otras dos variables de elaboración propia a partir de medición de coordenadas por satélite obtenidas con Google Maps y aplicadas a unos scripts programados usando Python:

-CBDdistance: distancia de la vivienda al centro de la ciudad, que para este estudio se ha asociado con la localización de Plaça de Catalunya.

-Subwaydistance: distancia de la vivienda a la parada de la red de metro más cercana.

En total, la muestra incluye 9 variables internas y 11 variables externas. Estas 20 variables se han introducido en el programa SPSS para realizar un análisis factorial; el método de extracción empleado ha sido el análisis de componentes principales aplicando rotación Varimax con Kaiser. Posteriormente, se han utilizado variables de cada factor obtenido en un modelo de regresión lineal utilizando como variable dependiente el precio de la vivienda, que se ha modificado mediante transformación logarítmica para trabajar sobre un rango de valores lineal más acotado.

Antes de realizar el análisis factorial se ha comprobado la viabilidad del experimento en función de los resultados obtenidos en la adecuación muestral y la prueba de esfericidad de Bartlett (ver Tabla 1).

Tal y como se aprecia en la tabla, la significatividad en la prueba de Bartlett es inferior a 0,05, luego la selección de variables permite la aplicación de la técnica de análisis factorial. Cabe destacar, sin embargo, que la medida de adecuación muestral es baja, un poco por debajo del 0,6 (lejos de aproximarse a la unidad): esto indica que, a priori, las variables escogidas no están altamente relacionadas entre sí. Sin embargo,

procedemos con el análisis dada la estrecha relación de los indicadores estimados con las conclusiones arrojadas por los fundamentos teóricos.

KMO y prueba de Bartlett

| | | |
|--|-------------------------|------------|
| Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin. | | ,579 |
| Prueba de esfericidad de Bartlett | Chi-cuadrado aproximado | 137444,612 |
| | gl | 190 |
| | Sig. | ,000 |

Tabla 1. Adecuación muestral y prueba de esfericidad. Análisis factorial.
 Fuente: elaboración propia.

4. Resultados.

El análisis con rotación ha convergido en 6 iteraciones, dando como resultados los siguientes 6 factores:

-Factor 1: equipamientos públicos. El factor incluye muchas variables con pesos elevados y similares entre sí, que son: escuelas públicas, instalaciones deportivas, CAPs y parques con área de juegos infantiles.

-Factor 2: características intrínsecas de la vivienda. Este factor engloba las variables más representativas de las viviendas, concretamente el número de habitaciones y de baños. La variable superficie también tiene un valor destacable, pero mucho menor que las otras dos; en cualquier caso, a la hora de la estimación de precios de vivienda, la superficie total pierde capacidad de impactar en el precio final en favor del número de habitaciones, que suele ser uno de los rasgos más valorados.

-Factor 3: *amenities*. Este factor recoge las variables de museos y área del barrio dedicada a espectáculos y otras actividades lúdicas y de esparcimiento.

-Factor 4: entorno inmediato de la vivienda. Este factor arroja un resultado ambiguo, de interpretación poco concreta. Las variables principales son la orientación interior/exterior de la vivienda y el estado de conservación del inmueble.

Matriz de componentes rotados^a

| | Componente | | | | | |
|----------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| PubSchools | ,967 | -,119 | -,065 | -,044 | ,008 | -,056 |
| SportingSpaces | ,923 | -,133 | -,060 | -,023 | ,019 | -,208 |
| CAPs | ,901 | -,187 | ,065 | -,018 | -,174 | ,031 |
| Playgrounds | ,864 | ,035 | -,310 | -,037 | ,063 | ,168 |
| Greensqm/hab | -,442 | ,225 | -,308 | -,009 | ,394 | ,216 |
| rooms | -,078 | ,864 | -,088 | -,071 | -,012 | -,003 |
| bathrooms | -,171 | ,853 | ,010 | ,021 | ,074 | -,006 |
| size | -,109 | ,580 | ,011 | ,079 | ,110 | -,080 |
| AreaAmenities | -,075 | -,096 | ,837 | -,039 | ,213 | -,016 |
| Museums | -,153 | ,035 | ,801 | ,039 | -,220 | ,004 |
| exterior | ,025 | -,098 | -,004 | -,811 | -,107 | -,012 |
| status | ,002 | -,072 | ,051 | ,648 | -,060 | ,049 |
| floor | ,077 | -,015 | ,042 | -,494 | ,059 | ,295 |
| hasLift | -,002 | ,413 | -,122 | ,415 | ,280 | ,341 |
| Subwaydistance | ,017 | -,002 | ,115 | ,036 | ,787 | -,026 |
| parkingSpace | -,111 | ,324 | -,190 | -,106 | ,451 | ,034 |
| propertyType | ,015 | ,428 | -,034 | ,389 | ,446 | ,024 |
| PrivSchools | -,287 | ,225 | -,249 | ,010 | -,045 | ,753 |
| AreaTeaching | -,340 | ,114 | -,261 | ,056 | ,298 | -,628 |
| CBDdistance | ,033 | ,115 | -,010 | ,025 | -,093 | -,221 |

Tabla 2. Factores obtenidos. Método de extracción: análisis de componentes principales.
 Método de rotación: normalización Varimax con Kaiser. Fuente: elaboración propia.

Este resultado podría sugerir un indicador que afecta al precio en función de cómo se aprecia la vivienda dentro de su entorno inmediato, especialmente orientado a las viviendas en venta de segunda mano. Puesto que ambas variables aparecen con pesos de signo opuesto, se entiende que la orientación de la vivienda (presumiblemente a interior de manzana) actúa negativamente sobre el precio del inmueble, mientras que el buen estado de conservación aporta valor.

-Factor 5: accesibilidad. Este factor está caracterizado principalmente por la variable distancia al metro más cercano y, en menor medida, la disponibilidad de la



vivienda de una plaza de aparcamiento asociada. Así pues, el factor está agrupando características relativas a la buena relación de la vivienda con las redes de transporte público o, por otro lado, a la facilidad para circular con vehículo propio y estacionarlo en las inmediaciones.

Destaca el hecho de que la otra variable de accesibilidad, la distancia al CBD, ni es relevante en este factor ni en ningún otro. Este resultado corrobora lo expuesto por algunos de los trabajos consultados, como Golledge y Stimson, entre otros.

-Factor 6: educación privada. Este factor recoge dos variables que refieren a datos de carácter similar: número de escuelas privadas y concertadas y área destinada a actividades económicas del sector de la enseñanza. Mientras que la primera variable indica un dato aplicable al distrito de la vivienda, la segunda trabajo en un entorno más controlado (a nivel de barrio) y puede incluir datos complementarios de los servicios docentes complementarios en las inmediaciones, ya que dentro de las actividades económicas pueden contarse academias de repaso, centro de lenguas extranjeras, etc.

Para comprobar la viabilidad de estos factores, se ha escogido una variable representativa de cada uno de los factores (en total 2 variables internas y 4 externas) para probar un modelo de regresión lineal. Las variables predictoras han sido: status, PubSchools, Subwaydistance, AreaAmenities, rooms y PrivSchools. La variable dependiente ha sido el precio de la vivienda, con transformación logarítmica (ver tablas 3 y 4).

Resumen del modelo^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado corregida | Error típ. de la estimación |
|--------|-------------------|------------|----------------------|-----------------------------|
| 1 | ,657 ^a | ,432 | ,432 | ,250157638 |

Tabla 3. Resultados de la regresión lineal. Fuente: elaboración propia.

Coefficientes^a

| Modelo | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | t | Sig. |
|----------------|--------------------------------|------------|-----------------------------|---------|------|
| | B | Error típ. | Beta | | |
| 1 (Constante) | 5,226 | ,013 | | 417,709 | ,000 |
| rooms | ,085 | ,001 | ,414 | 58,858 | ,000 |
| PubSchools | -,006 | ,000 | -,258 | -35,631 | ,000 |
| PrivSchools | ,009 | ,000 | ,248 | 33,696 | ,000 |
| Subwaydistance | ,123 | ,019 | ,045 | 6,661 | ,000 |
| AreaAmenities | ,004 | ,000 | ,115 | 16,355 | ,000 |
| status | ,090 | ,005 | ,133 | 19,782 | ,000 |

Tabla 4. Tabla resultado de coeficientes. Fuente: elaboración propia.

La regresión da como resultado un R cuadrado algo superior al 43%. Este resultado es significativo puesto que, en la fase previa de investigación donde únicamente se trabajó con variables internas, el resultado fue un 39,7% (con 4 variables internas, González y Llorca, 2018).

5. Conclusiones.

Los valores obtenidos del análisis factorial corroboran que, efectivamente, tanto las variables internas como las externas son representativas del precio de la vivienda. Los factores obtenidos contemplan ambos tipos de variables desvelando factores subyacentes no excluyentes.

Destaca la convergencia del modelo tras 5 iteraciones, con mayoría de variables externas. Este resultado es interesante, pues podría apuntar a una lógica "externa" para valorar el inmueble: la mayoría de viviendas cumple con unas características internas muy estáticas, luego las principales fluctuaciones en el nivel de precios vendrá marcada por todo lo que el entorno urbano pueda aportar para potenciar la demanda.

El análisis factorial, sin embargo, también ha evidenciado que la elección de variables no es óptima para la muestra empleada. En términos generales, una muestra de gran tamaño como la empleada en este estudio debería ayudar a evidenciar la relación entre las variables escogidas, que además están respaldadas por todos los estudios



consultados en materia de estimación del precio de la vivienda. Es posible que sea necesario depurar o perfeccionar alguna de las seleccionadas para la muestra, puesto que hay elementos clave para la valoración del entorno (como, por ejemplo, las zonas verdes) que podrían ser estudiadas en base a otros parámetros que no han quedado debidamente reflejados. Un ejemplo sería incluir no solo la cantidad de metros cuadrados de zona verde por habitante en el barrio, sino medir también la proximidad de las zonas verdes a las viviendas.

El paso siguiente —y paralelo— dentro del contexto de esta investigación será estudiar el comportamiento de otras variables externas, de índole socioeconómico. Su impacto en la conformación de nuevos factores podría ayudar en la concreción de qué tipo de variables son óptimas para el desarrollo final de un modelo de Red Neuronal Artificial que permita obtener un índice de precios de la vivienda.

6. Bibliografía.

- Al-Mosaind, M.A., Dueker, K.J. & Strathman, J.G. (1993): “Light Rail Transit Stations and Property Values: A Hedonic Price Approach.” *Transportation Research Record*, nº 1400, pp. 90-94.
- Alonso, W. (1964): “Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent”, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Bartik, T.J. (1987): “Measuring the Benefits of Amenity Improvements in Hedonic Price Models.” *Land Economics*, vol. 64, nº 2, pp. 172-183.
- Bender, B. & Hwang, H.S. (1985): “Hedonic Housing Price Indices and Secondary Employment Centers.” *Journal of Urban Economics*, nº17, pp. 90-107.
- Bengoechea Morancho, A. (2003): “A Hedonic Valuation of Urban Green Areas.” *Landscape and Urban Planning*, vol. 66, pp. 35-41.
- Bilbao Terol, C. (2000): “Relación entre el precio de venta de una vivienda y sus características: un análisis empírico para Asturias.” *Revista Asturiana de Economía*, vol. 18, pp. 141-150.
- Blanco Matos, J.C., Flindell, I., Le Masurier, P. & Pownall, C. (2013): “A Comparison of Hedonic Price and Stated Preference Methods to Derive Monetary Values for Aircraft Noise Disturbance and Annoyance.” *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 20, pp. 40-47.
- Bolitzer, B. & Netusil, N. R. (2000): “The Impact of Open Spaces on Property Values



- in Portland, Oregon.” *Journal of Environment Management*, vol. 59, n° 3, pp. 185-193.
- Boyle, M. & Kiel, K.A. (2001): “A Survey of House Price Hedonic Studies of the Impact of Environmental Externalities.” *Journal of Real Estate Literature* vol. 9, n° 2.
- Bover, O. & Velilla, P. (2001): “Precios hedónicos de la vivienda sin características: el caso de las promociones de viviendas nuevas.” *Banco de España, Servicio de Estudios Económicos*, n° 73.
- Brasington, D. & Haurin, D.R. (1996): “School Quality and Real House Prices: Inter and Intrametropolitan Effects.” *Journal of Housing Economics*, vol. 5, n° 4, pp. 351-368.
- Brasington, D. & Hite, D. (2005): “Demand for Environmental Quality: A Spatial Hedonic Analysis.” *Regional Science and urban Economics*, vol.35, n° 1, pp. 57-82.
- Brueckner, J.K. & Colwell, P.F. (1983): “A Spatial Model of Housing Attributes: Theory and Evidence.” *Land Economics*, vol. 59, n° 1, pp. 58-69.
- Caballer Mellado, V. et al. (2002): “El mercado inmobiliario urbano en España.” Ed. Pirámide. Madrid.
- Can, A. (1992): “Specification and Estimation of Hedonic Housing Prices Models.” *Regional Science and Urban Economics*, vol. 22, n° 3, pp. 453-474.
- Cervero, R. (1994): “Rail Transit and Joint Development: Land Impacts in Washington, D. C. and Atlanta.” *APA Journal*, Winter, pp. 83-93.
- Cervero, R. (1996): “Transit-Based Housing in the San Francisco Bay Area: Market Profiles and Rent Premiums.” *Transportation Quarterly*, n° 50, pp. 37-47.
- Cervero, R. & Duncan, M. (2002): “Land Value Impacts of Rail Transit Services in Los Angeles County.” Report prepared for National Association of Realtors Urban Land Institute.
- Chatman, D., Tulach, N. & Kim, K. (2012): “Evaluating the Economic Impacts of Light Rail by Measuring Home Appreciation: A First Look at New Jersey’s River Line.” *Urban Studies*, vol. 49, pp. 467–487.
- Chen, H., Rufolo, A. M. & Dueker, K. (1997): “Measuring the Impact of Light Rail Systems on Single Family Home Values: A Hedonic Approach with GIS Application.” *Center for Urban Studies Publications and Reports*, Paper 35.



- Chen, Z. & Kingsley, E.H. (2015): "Impact of High Speed Rail on Housing Values: An Observation from the Beijing-Shanghai Line." *Journal of Transport Geography*, vol. 43, pp. 91-100.
- Ching, H.C. & Foong, K.W. (2006): "Influence of School Accesibility on Housing Values." *Journal of Urban Planning and Development*, vol. 132, nº 3.
- Clapp, J. & Giacotto, C. (1998): "Residential Hedonic Models: A Rational Expectations Approach to Age Effects." *Journal of Urban Economics*, vol. 44, nº 3, pp.415-437.
- Clapp, J. & Giacotto, C. (2002): "Evaluating Housing Price Forecast." *Journal of Real Estate Research*, vol. 24, nº 1, pp. 1-25.
- Coro, C. & Le Gallo, J. (2013): "The Impact of Objetive and Subjective Measures of Air Quality and Noise on House Prices: A Multilevel Approach for Downtown Madrid." Vol. 89, nº 2, pp. 127-148.
- Coulson, N.E. (1991): "Really Useful Test of the Monocentric Model." *Land Economics*, vol. 67, nº 3, pp. 299-307.
- Emil Panduro, T & Lausted Veie, K (2013): "Classification and Valuation of Urban Green Spaces: A Hedonic House Price Valuation." *Landscape and Urban Planning*, vol. 120, pp. 119-128.
- Emrath, P. (2002): "Explaining House Prices." *Housing Economics*, vol. 50, nº 1, pp. 9-13.
- Fack, G. & Grenet, J. (2010): "When Do Better School Raise Housing Prices? Evidence from Paris Public and Private Schools." *Journal of Public Economics*, vol. 94, nº 1-2, pp.59-77.
- Feng, H. & Lu, M. (2013): "School Quality and Housing Prices: Empirical Evidence from a Natural Experiment in Shanghai, China." *Journal of Housing Economics*, vol. 22, nº 4, pp. 291-307.
- Fernández Durán, L., Llorca Ponce, A., Valero Cubas, S. & Botti Navarro, V.J. (2012): "Incidencia de la localización en el precio de la vivienda a través de un modelo de red neuronal artificial. Una aplicación a la ciudad de Valencia." *Revista Catastro*, Abril 2012, pp. 7-25.
- Fletcher, M., Mangan, J. & Raebun, E. (2004): "Comparing Hedonic Models for Estimating and Forecasting House Prices." *Property Management*, vol. 22, nº 3, pp.189-200.
- Forrest, D., Glen, J., & Ward, R. (1996): "The Impact of a Light Rail System on the Structure of House Prices: A Hedonic Longitudinal Study." *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 30, nº 1, pp. 15-29.



- Gibbons, S. & Machin, S. (2003): "Valuing English Primary Schools." *Journal of Urban Economics*, vol. 53, n° 2, pp. 197-219.
- Gibbons, S., Mourato, S. & Resende, G.M. (2014): "The Amenity Value of English Nature: A Hedonic Price Approach." *Environmental and Resource Economics*, vol. 57, n° 2, pp. 175-196.
- González Jiménez, A. & Llorca Ponce, A. (2018): "Diferenciación espacial intrametropolitana del stock de viviendas en la ciudad de Barcelona". XXXII Salón Tecnológico de la Construcción, EXCO 2018.
- Henneberry, J. (1998): "Transport Investment and House Prices." *Journal of Property Valuation and Investment*, vol. 16, n° 2, pp. 144-158.
- Hess, D.B. & Almeida, T.M. (2007): "Impact of Proximity to Light Rail Rapid Transit on Station-Area Property Values in Buffalo, New York." *Urban Study*, vol. 44, pp.1041–1068.
- Hewitt, C.M. & Hewitt, W.E. (2012): "The Effect of Proximity to Urban Rail on Housing Prices in Ottawa." *Journal of Public Transportation*, vol. 15, n° 4, pp. 43-65.
- Hwang, S. (2009): "Willingness to Pay for Job Accessibility: Evidences Revealed from Neighborhood Scale Analyses in Buffalo and Seattle Housing Market." Prepared for 2009 Transport Chicago Conference.
- Jim, C.Y. & Chen, W.Y. (2005): "Recreation-Amenity Use and Contingent Valuation of Urban Green Spaces in Guangzhou, China." *Landscape and Urban Planning*, vol. 75, pp. 81-96.
- Jud, G.D. & Watts, J.M. (1981): "Schools and Housing Values." *Land Economics*, vol. 57, n° 3, pp. 459-470.
- Katz, L. & Rosen K.T. (1987): "The Interjurisdictional Effects of Growth Controls on Housing Prices." *The Journal of Law and Economics*, vol. 30, n° 1, pp. 149-160.
- King, A.T. (1976): "The Demand for Housing: A Lancastrian Approach." *Southern Economic Journal*, vol. 23, n° 2, pp. 1077-1087.
- Kong, F., Haiwei, Y. & Nakagoski, N. (2007): "Using GIS and Landscape Metrics in the Hedonic Price Modeling of the Amenity Value of Urban Green Space: A Case Study in Jinan City." *China Landscape and Urban Planning*, vol. 79, pp. 240-252.
- Laakso, S. (1992): "Public Transport Investment and Residential Property Values in



- Helsinki." Scandinavian Housing and Planning Research, vol. 9, pp. 217-229.
- Lichtenstein, L. & Kern, C.R. (1987): "The Cost of Quality in Existing Housing: Estimates from an Implicit Markets Model." Journal of Urban Economics, vol. 22, nº3, pp. 324-339.
- Linneman, P. (1980): "Some Empirical Results on the Nature of Hedonic Price Function for the Urban Housing Market." Journal of Urban Economics, nº 8, pp. 47-68.
- Luttik, J. (2000): "The Value of Trees, Water and Open Space as Reflected by House Prices in the Netherlands." Landscape and Urban Planning, vol. 48, nº 3-4, pp. 161-167.
- Malpezzi, S. (2003): "Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review." In: T. O'Sullivan and K. Gibb (eds.), Housing Economics & Public Policy, Oxford: Blackwell Science.
- McDonald, J.F. & McMillen, D.P. (1989): "Employment Subcenters and Land Values in a Polycentric Urban Area: The Case of Chicago." Environment and Planning, pp. 1561-1574.
- Mills, E.S. (1967): "An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area." American Economic Review, vol. 57, No. 2, pp. 197-210.
- Mok, H.M.K., Chan, P.P.K. & Cho, Y.S. (1995): "A Hedonic Price Model for Private Properties in Hong Kong." Journal of Real Estate Finance and Economics, vol. 10, pp. 37-48.
- Molin, E.J.E. & Timmermans, H.J.P. (2003): "Accessibility Considerations in Residential Choice Decisions: Accumulated Evidence from the Benelux." Proceedings 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington.
- Moris, E.W., Wods, M.E. & Jacobson, A.L. (1979): "The Measurement of Housing Quality." Land Economics, vol. 2, pp. 383-387.
- Munroe, D.K. (2007): "Exploring the Determinants of Spatial Pattern in Residential Land Markets: Amenities and Disamenities in Charlotte, NC, USA." Environment and Planning B, vol. 34, pp. 336-354.
- Muth, R. (1969): "Cities and Housing." University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Núñez Tabales, J.M., Caridad Ocerín, J.M. & Celular Villamandos N. (2009): "Propuestas metodológicas para valoración de inmuebles urbanos." Comares, Granada.



- Oates, W.E. (1969): "The Effects of Property Taxes and Local Public Spending on Property Values: An Empirical Study of Tax Capitalization and the Tiebout Hypothesis." *Journal of political Economy*, vol. 77, nº 6, pp.957-971.
- Owusu-Edusei, K., Espey, M. & Lin, H. (2007): "Does Close Count? School Proximity, School Quality, and Residential Property Values." *Journal of Agricultural and Applied Economics*, vol. 39, nº 1, pp.211-221.
- Quigley, J.M. (1985): "Consumer Choice of Dwelling, Neighborhood, and Public Services." *Regional Science and Urban Economics*, vol. 15, nº 1, pp. 41-63.
- Ridker, R. & Henning, A. (1967): "The Determinants Housing Prices and the Demand of Clean Hair." *Journal Environmental Economy Management*, vol. 5, pp. 81-102.
- Rosen, S. (1974): "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition, *Journal of Political Economy*." vol. 82, nº 1, pp. 34-55.
- Seimetz, S.S.C. (2010): "Spatial Multipliers in Hedonic Analysis: A Comment on Spatial Hedonic Models of Airport Noise, Proximity and Housing Prices." *Journal of Regional Science*, vol. 50, nº 5, pp. 995-998.
- Sedgley, N.H., Williams, N.A. & Derrick, F.W. (2008): "The Effect of Educational Test Scores on House Prices in a Model with Spatial Dependence." *Journal of Housing Economics*, vol. 17, nº 2, pp. 191-200.
- So, H.M., Tse, R.Y.C. & Ganesan, S. (1997): "Estimating the Influence of Transport on House Prices: Evidence from Hong Kong." *Journal of Property Valuation and Investment*, vol. 15, nº 1, pp. 40-47.
- Song, S. (1996): "Some Tests of Alternative Accesibility Measures: A Population Density Approach." *Land Economics*, vol. 72, nº 4, pp. 474-482.
- Strazheim, M.R. (1975): "An Econometric Analysis of the Urban Housing Market." National Bureau of Economic Research, New York.
- Tajima, K. (2003): "New Estimates of the Demand for Urban Green Space: Implications for Valuing the Environmental Benefits of Boston's Big Dig Project." *Journal of Urban Affairs*, vol. 25, nº 5, pp. 641-655.
- Tiebout, C. (1956): "A Pure Theory of Local Expenditures." *Journal of Political Economy*, nº 64, pp. 416-535.
- Tyrväinen, L. (1997): "The Amenity of the Urban Forest: An Application of the Hedonic Pricing Method." *Landscape and Urban Planning*, vol. 37, nº3-4, pp. 211-222.
- Von Thünen, J.H. (1826): "Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und



Nationalökonomie." Hamburgo.

Wittle, A.D., Sumka, H.J. & Erekson, H. (1979): "An Estimate of Structural Hedonic Prices Model of the Housing Market: An Application of Rosen's Theory of Implicit Markets." *Econometrica*, vol. 47, nº 5, pp. 1151-1173.

Wen, H., Zhang, Y. & Zhang, L. (2014): "Do Educational Facilities Affect Housing Price? An Empirical Study in Hangzhou, China."

Wingo, L. (1972): "Transporte y suelo urbano." *Oikos-Tau*. Vilassar de Mar (Barcelona). Versión castellana de F. Minguella Rubi.

Zahirovic-Herbert, V. & Turnbull, G.K. (2009): "Public School Reform, Expectations, and Capitalization: What Signals Quality to Homebuyers?" *Southern Economic Journal*, vol. 75, nº 4, pp. 1094-1113.

Zhang, X., Liu, X., Hang, J., Yao, D. & Shi, G. (2016) "Do Urban Rail Transit Facilities Affect Housing Prices? Evidence from China." *Sustainability* 2016, 8, p. 380.

Zheng, S., Hu, W. & Wang, R. (2016): "How Much Is a Good School Worth in Beijing? Identifying Price Premium with Paired Resale and Rental Data." *The Journal of Real Estate Finance and Economics* vol. 53, nº 2, pp.184-199.