

FORMATO DE PONENCIA Word.

Título:

LA MODELACIÓN DEL MERCADO INMOBILIARIO EN EL CONTEXTO DE LA TEORÍA ECONÓMICA Y DEL ESPACIO URBANO. Aplicación de un modelo preliminar de precios hedónicos al caso de Caracas.

Autor (es), e-mail e Institución (es)

1. Autor: Hilda Torres Mier y Terán
Email: torresmiery@gmail.com
Institución: Sector de Estudios Urbanos. Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Distrito Capital.

Área Conocimiento:

Estudios y Gerencia de la Construcción (x)

Resumen: (Máximo 250 palabras)

Nuestro trabajo centra su atención en la revisión de las teorías económicas, de la economía urbana y de la geografía económica, los instrumentos de modelación, y las técnicas de la econometría estándar y la econometría espacial, que permiten el estudio adecuado y la simulación del mercado inmobiliario. En particular, se hace referencia a la aplicación de la teoría de precios hedónicos, nexos útiles entre la teoría microeconómica y la economía espacial urbana, y a los resultados obtenidos en una aplicación al caso del Área Metropolitana de Caracas, con algunas reflexiones acerca de la segmentación espacial del mercado local.

Palabras Claves:

Teoría y modelación inmobiliaria, economía urbana, econometría espacial, precios hedónicos.

Desarrollo

El estudio del mercado inmobiliario urbano puede abordarse desde la teoría económica y urbanística, con diversos enfoques y herramientas de modelación, los cuales nos proponemos revisar y articular, incorporando algunas innovaciones recientes en modelos de simulación urbana y de estimación de precios, tal que ello sirva de base a la investigación práctica con fundamentación conceptual. Asimismo, presentamos los resultados de la aplicación de un modelo de precios hedónicos para la ciudad de Caracas, una evaluación, y perspectivas de investigación con base en la indagación teórica.

Naturaleza de los bienes y modelación del mercado inmobiliario urbano.

Son características propias de la naturaleza de los bienes inmuebles, su localización fija, la segmentación espacial del mercado, su heterogeneidad, su condición de bienes de inversión y de consumo, su condición de bienes no transables, la tendencia a situaciones de desequilibrio, la complementariedad respecto al mercado hipotecario, a variables de desempeño macroeconómico y a políticas públicas, ciclos de desempeño, oferta inelástica y determinación de rentas por externalidades. La localización fija, segmentación espacial y heterogeneidad condicionan su valoración respecto a variables espaciales, como costos de fricción espacial entre otros. Son bienes de inversión y consumo, con ciclos de desempeño son de 15 a 20 años, determinados por variables demográficas (Vergés, 1990), y de 3 a 5 años, asociados a ciclos de negocios (Smith, Rosen y Fallis, 1988). Por ser de bienes no transables, reflejan efectos de la recomposición de la inversión ante cambios externos (Bernanke, 1992). La oferta inelástica, condiciona la dinámica de generación de rentas en el sector, determinada por economías externas, renta de producción y renta de escasez. Según la inclusión explícita o no de variables de corte espacial, y según la base teórica subyacente, pueden reconocerse dos grandes agrupaciones de modelos que estudian el mercado inmobiliario: los de simulación espacial urbana y regional, y los de análisis no espacial de oferta, demanda y precios inmobiliarios.

Modelos de simulación espacial con inclusión del mercado inmobiliario.

Los modelos de simulación de la localización de actividades, propios de la *Economía Espacial Urbana* (EEU), y de la *Nueva Geografía Económica* (NGE), permiten la comprensión de la estructuración económica del espacio y la del mercado de inmuebles, mediante la simulación espacial de equilibrio general. Los modelos de la EEU, tienen como antecedente el modelo microeconómico espacial, desarrollado por H. Von Thünen a principios del siglo XIX que W. Alonso y L. Wingo desarrollarían luego en modelos microeconómicos monocéntricos, a mediados del siglo XX. En la década de 1970, la EEU extendió la modelación a un sistema de ciudades (Krugman, 2008; Tabuchi, 1997), permitiendo la simulación de costos de viaje residencia – centro de empleo o de *commuting*, costos de consumo de espacio residencial, y economías de aglomeración por congestión, resultando cada ciudad especializada en la producción de un bien de exportación entre ciudades en equilibrio. Así, los modelos de tipo monocéntrico de la EEU, incorporaron la endogeneización de la modelación de los Distritos Centrales de Negocios (DCN), el espacio heterogéneo, y externalidades en la producción y/o el consumo (mercados de competencia imperfecta), donde el beneficio de la interacción entre dos firmas es una función exponencial negativa de la distancia entre ellas, contrariamente a la dependencia lineal en los modelos previos de esta línea de estudio (Mori, 2006); los altos costos de *commuting* darían lugar a múltiples núcleos y equilibrios posibles del sistema, con localización determinada simultáneamente. Fujita (1988) desarrolló un modelo policéntrico intraurbano de competencia monopolística en una ciudad lineal, que demostró formalizadamente cómo a partir de procesos de mercado basados en la dinámica de precios, pueden evidenciarse efectos de aglomeración policéntrica de actividades económicas con externalidades. La fuerza centrípeta viene de las externalidades pecuniarias de las transacciones de productos diferenciados entre suplidores y compradores, generada por la interacción entre la preferencia por la variedad de productos, los costos de transporte, y los rendimientos crecientes a nivel de las firmas comerciales individuales. Ello da lugar a distritos residenciales, de negocios o mixtos. Algunas críticas de Krugman a esta modelación, apuntan a que se asume que los bienes monopolísticamente competitivos no se modelan como bienes transables, con

lo cual el modelo no contesta cómo se alcanzan las economías de aglomeración, como es el caso de la NGE (Krugman, 2008). La NGE modela sistemas regionales de ciudades (Krugman, 2008) en equilibrio general de mercados imperfectos, con incidencia de los costos de transporte en la distribución espacial regional (e intraurbana), y en el tamaño de las ciudades. Asume a la industria manufacturera como motor del crecimiento, con procesos de causación acumulativa, superando a la modelación basada en la base multiplicadora, o de funciones incrementales del tamaño de la economía (Krugman, 1998). Parte del supuesto del aprovechamiento de externalidades pecuniarias como causa del crecimiento industrial y del intercambio de productos, aún similares, o con pocas ventajas comparativas, produciendo la aglomeración espacial, con antecedentes en los trabajos de Pred en los 80 (crecimiento de ciudades, causación circular y crecimiento acumulativo), y Harris - Ullman en 1945 (núcleos múltiples intraurbanos y economías externas) o los modelos de Weber, Christaller, y Lösch (rendimientos crecientes) en ningún caso formalizados (Krugman, 1998), en sintonía con la dinámica espacial de “*clustering*” en la economía global mundial (Krugman, 1998; Fujita y Mori, 2005; Veltz, 1999; Castells, 1999). Para la modelación de economías de escala y externalidades en mercados de competencia monopolística, Krugman utiliza el modelo de Dixit – Stiglitz en la producción, e incorpora la modelación de costos “*iceberg*” de transporte con tasas constantes, para evitar la modelación del transporte como sector de producción y mantener la elasticidad constante de la demanda asumida en el modelo Dixit-Stiglitz (Krugman, 1998; 2008). Se simulan dos o más regiones de intercambio, y en el caso intraurbano, se simula la multiplicidad de núcleos de actividades no residenciales. Se explicita el papel del mercado inmobiliario a través de la renta de la tierra como fuerza centrífuga de localización, y también el consumo de espacio, con implicaciones asociadas a la segregación residencial, o a limitaciones urbanísticas. Se modela la extensión geográfica de las economías externas mediante supuestos no arbitrarios¹, donde la distancia se considera por vía de los costos de transporte y no por variables de distinta naturaleza (por ejemplo estadística). El comportamiento del modelo depende de los gustos de los

¹ En contraste con los métodos de parametrización de la econometría espacial, como se explica posteriormente.

individuos y de la tecnología de las firmas, y la dinámica surge de los efectos graduales de interacción y ajuste (Krugman, 1998). Una región mayor está conformada endógenamente como un “centro” industrializado, y otra como una “periferia” agrícola. La proporción de consumo de manufacturas es una primera variable clave que determina si las regiones, agrícola y manufacturera, convergen o divergen. En la manufactura agregada con economías de escala para el factor trabajo, la elasticidad de sustitución entre productos es la segunda variable determinante del equilibrio. Los costos *iceberg* de transporte de la manufactura, son la tercera variable clave. Con altos costos de transporte interregional y para determinado punto crítico del parámetro de costos de transporte, o con débiles economías de escala, las firmas y los trabajadores se dispersan entre las regiones, según la localización del sector agrícola fijo. Con bajos costos de transporte interregional, una alta proporción de producción industrial, o fuertes economías de escala, se producen efectos de causación acumulativa que favorecen la concentración industrial en la localidad con condiciones iniciales más favorables. De acuerdo al propio Krugman (1991), el modelo seminal de dos regiones de la NGE es un modelo simplificado, pues no explica la localización de industrias particulares, y no incorpora costos de *commuting* intraurbano. Tabuchi (1997), de la escuela de la EEU más reciente, presentó un modelo policéntrico de dos ciudades que observa la transición estructural de la dispersión a la aglomeración y luego a la redispersión, cuando los costos de transporte intraurbano (o de *commuting*) e interregionales decrecen monótonicamente en el tiempo y llegan a un punto suficientemente bajo, con costos de transporte y economías de aglomeración al interior de cada ciudad, añadiendo al modelo el consumo de suelo, para tomar en cuenta los impactos del mecanismo de precios o renta de la tierra². Introduce el consumo de suelo para residencia, cada consumidor maximiza la utilidad respecto al consumo de bienes agrícolas, de bienes manufacturados, de espacio residencial y de localización, sujeto a la restricción presupuestaria. Así el

² Tabuchi (1997) hace una innovación importante, sugiriendo una curva U de relación entre los costos de transporte decrecientes, y la aglomeración espacial: la dispersión se presenta para altos y bajos niveles de costos de transporte, mientras que la aglomeración tiene lugar en niveles intermedios. Cuando los costos de transporte son suficientemente altos, las firmas se dispersan para acercarse a la demanda final de la población agrícola (inmóvil) en cada región, y cuando los costos de transporte son intermedios, las firmas se aglomeran para aprovechar los encadenamientos atrás y adelante de externalidades Marshallianas. Sin embargo cuando los costos de transporte decrecen lo suficiente, la aglomeración ya no es importante, ya que el acceso de otras firmas y consumidores es fácil, y se anulan las externalidades Marshallianas. Mientras el cambio en los parámetros que determinan el costo de transporte es continuo, la aglomeración de tipo “catastrófica” toma lugar en un valor crítico.

cambio marginal en el gasto en renta de la tierra es determinado por el cambio marginal en los costos de *commuting* en cada localización, obteniéndose una curva de renta dependiente de la renta en los DCN, el costo generalizado de *commuting* y la tasa de salario en la región. Hay un *trade-off* entre la proporción de bienes manufacturados que debe ser importada en una región, los costos de transporte, el índice de precios, y la tasa de salario, que deriva en una compensación del consumo de bienes, entre ellos, el espacio. Cuando la restricción de tierra residencial supera a las economías de aglomeración, hay una redispersión de las firmas y los trabajadores: si los costos de transporte se aproximan a cero, la localización de la producción y del consumo de bienes manufacturados es irrelevante, y son determinantes las decisiones de localización residencial y el espacio para vivienda, con resultado de la dispersión (concentrada) como único equilibrio estable para cualquier condición inicial y parámetros (Tabuchi, 1997). Liu y Fujita (1991) también desarrollaron una versión del modelo policéntrico urbano original de Fujita (1988), innovando al permitir la variación de la densidad de uso del suelo en el espacio urbano, donde los constructores escogen la densidad que maximiza su beneficio en cada localización (óptima). Dada la distribución espacial de los residentes (clientes), cada firma de manufactura escoge su localización óptima y el precio (*f. o. b.*) del bien que produce. A la vez, dada la distribución espacial de las firmas (oferta de bienes), cada residente escoge su localización óptima, su consumo y su patrón de viajes. El equilibrio se alcanza cuando la demanda y la oferta de cada bien están compensadas en cada localización, y los mercados de tierra y del espacio construido son compensados en cualquier punto³. Las firmas ocupan igual cantidad constante de espacio construido, y tienen el mismo capital constante y costo marginal de producción. Entonces, el beneficio de una firma en una localización está dado por el precio *f.o.b.* de cada bien manufacturado vendido, la cantidad del bien manufacturado, y el consumo de cada residente localizado, dada una distribución de densidad de los residentes, una distribución de la demanda, y de la renta del espacio construido. Los residentes o las firmas pueden localizarse sólo si tienen éxito en la subasta del espacio construido en esa localización. Tabuchi y Thisse (2002), introducen

³ La restricción presupuestaria de un residente (dada exógenamente) se supone suficientemente elevada para el consumo.

gustos heterogéneos en la localización residencial reemplazando la dinámica de réplica de otros modelos, por migraciones probabilísticas. La introducción de la renta de la tierra y del consumo de espacio en los modelos, permite en general comprender cómo este sector interactúa con las fuerzas motoras de la aglomeración y la dispersión, propiciando esta última (Tabuchi, 1997). Los efectos inmobiliarios y sociales estarían asociados a la existencia de esta estructura de subcentros, a las instituciones (gobierno local), y a los agentes inmobiliarios, que pueden condicionar el crecimiento, según su disposición a propiciar la eficiencia y el desarrollo constructivo concentrado, o la extensión ineficiente de las metrópolis. Fujita y Mori (2005) también señalan que cuando se produce dispersión a la periferia en los modelos, considerando la naturaleza discreta del espacio, no se distingue si esta dispersión corresponde a la formación de muchas ciudades, de cinturones industriales o a la suburbanización metropolitana; para investigar el patrón espacial de aglomeración, sería necesario plantear como tema de investigación la “asimetría” más que la “simetría” en los patrones de dos o más regiones en el espacio, prevaleciente en los modelos.

Además de los modelos anteriores, los modelos integrados de usos del suelo y transporte de base teórica gravitacional, inspirados en el modelo de Ira Lowry desde mediados de la década de 1960 (de la Barra, 1989, 1998, 2003), y los modelos “híbridos” integrados de simulación de la estructura urbana, todos de aplicación reiterada en la práctica urbanística (Wegener, 1994, 2004), también simulan el espacio urbano y el mercado inmobiliario con otras bases teóricas. Los modelos gravitacionales representan la toma de decisiones de localización, a través de métodos probabilísticos mediante iteraciones sucesivas, que replican criterios de racionalidad, sin ser soluciones de equilibrio general. Tampoco son modelos dinámicos pues se calibran parámetros respecto a una realidad conocida, replicando regularidades estadísticas de la distribución espacial de la población urbana por zonas, y en lugar de simular procesos de competencia de mercado por localización, sintetizan esos procesos calculando el potencial de cada zona como emplazamiento residencial o de servicios, sin especificar las fuerzas o variables que mueven el mercado. En el modelo integrado de usos del suelo y transporte TRANUS (de la Barra, 1989), uno de

los más reconocidos, la renta de la tierra se determina mediante un modelo de oferta y demanda inmobiliaria de equilibrio parcial por períodos. La oferta inmobiliaria, es exógena y no concurre con la demanda. Esta última se hace depender de un nivel de consumo mínimo por sector productivo, en una función exponencial inversa de la renta del suelo. Se permiten consumos sustitutivos (De la Barra, 2003), y de funciones de transformación de tipos de oferta nueva o con usos diferentes, a partir de la variación de la renta motivada por cambios en la demanda, utilizando modelos *logit* de selección discreta, utilidad aleatoria y maximización de la entropía (De la Barra, 2003). Para replicar preferencias diferenciadas, TRANUS aplica "factores de penalización" que incrementan la desutilidad de una localización. Más recientemente, mediante la incorporación del modelo de elección de alternativas tipo *powit* (Gálvez, 2002), se especifican costos generalizados según los atributos de las alternativas y de la población, con un término multiplicativo de variabilidad interpersonal, en lugar de funciones de utilidad (Gálvez, 2002; de la Barra, 2003). Esta función asegura que el costo generalizado estimado sea positivo, y el mecanismo de minimización de costos en la elección de alternativas resulta racional. (Gálvez, 2002). Por otra parte, el modelo híbrido MUSSA (Martínez, 1996), también usa mecanismos iterativos para el cálculo probabilístico de parámetros, e incorpora la teoría de precios hedónicos para explicar la localización según la valoración de atributos parciales de los inmuebles y su localización.

Modelos de oferta y demanda, ciclos, índices de precios, atributos hedónicos, y econometría espacial.

Los modelos microeconómicos no espaciales estudian ciclos y tendencias, en series cronológicas, de acuerdo a variables demográficas, índices de precios, valoración de atributos hedónicos, y cuantificación la oferta y demanda inmobiliaria asociada al mercado hipotecario, con tratamiento econométrico e incorporando las teorías de consumo, inversión, y las específicas del mercado financiero (Smith, Rosen, Fallis, 1988), algunos con énfasis en desequilibrios de los mercados. Entre estos últimos, se estudia la elasticidad de la demanda de créditos o de viviendas respecto a variables hipotecarias, con base en la teoría de la inversión (Vergés, 1990), o se integran variables del mercado de la vivienda y del mercado hipotecario mediante ecuaciones múltiples (Fair, 1972),

simulando efectos asimétricos del racionamiento del crédito (Niculescu, 1995; 1996). Los modelos econométricos de índices de precios (Paasche o Laspeyres), medias y medianas, no recogen explícitamente la impronta espacial (Bourassa et al., 2006), y como simples estadísticos, y adolecen de débiles fundamentos teóricos acerca del comportamiento de los precios, o las características de los bienes. Se ha planteado su optimización mediante la estratificación de datos por divisiones geográficas interurbanas, para recoger efectos espaciales diferenciados (Prasad y Richards, 2008), o el manejo particular de la data. Las series longitudinales, incorporan el método de “ventas repetidas” y sus variantes, especialmente utilizado en países anglosajones, ya que se dispone de data oficial ordenada según este criterio (Gao y Wang, 2007). Aún bajo supuestos teóricos de la econometría estándar, también contempla una estructura teórica simplificada, y sin referencia a efectos espaciales, resultando que los datos disponibles no necesariamente son representativos. Para el caso en el que no existen suficientes inmuebles con dos o más transacciones, Bourassa et al. (2006) proponen la inclusión del avalúo institucional del inmueble (*Sale Price Appraisal Ratio: SPAR*) con verificación de mejoras sucesivas a partir de permisos municipales, o el ajuste por depreciación a partir de una ecuación de precios hedónicos que incluya el atributo de edad. Aún así, no se estarían evidenciando posibles cambios en atributos de localización o efectos espaciales. Los índices pueden indicar tendencias del mercado, pero no conclusiones sobre el nivel de precios. Se han reconsiderado estos modelos incorporando la teoría de precios hedónicos (Malpezzi, 2002), y desarrollando una ecuación hedónica semilogarítmica con variables *dummy* de tiempo con ventas repetidas (Bourassa et al., 2006). Según Case y Quigley (1991), pueden aplicarse tres ecuaciones hedónicas comparativas a tres diferentes grupos de transacciones: ventas únicas, ventas repetidas sin cambios en los atributos, y ventas repetidas para inmuebles que sufrieron cambios. Algunos autores en ventas repetidas eliminan las propiedades que han tenido mejoras y muestran también que el cambio en las condiciones económicas afecta la composición estadística de las muestras de ventas. Quigley (1995) se basa en una estructura explícita de errores que asume un comportamiento no estacionario de “paseo aleatorio” en los precios

de los inmuebles, y un componente de variación único específico de cada inmueble, en un modelo de mínimos cuadrados generalizado, para alcanzar eficiencia asintótica. En la comparación de índices, los de ventas repetidas tienden a mostrar menores incrementos de valor que los de modelos hedónicos, salvo en caso de por depreciación (Englund, 1999), y no se encuentran ventajas en eficiencia en modelos mixtos; los métodos de ventas repetidas y mixtos producen estimaciones menos confiables del movimiento de los precios que el método hedónico.

El *modelo de precios hedónicos* simula la valoración que los consumidores realizan de los atributos de los bienes inmuebles. Mediante el uso más reciente de la econometría espacial, se han generado “modelos hedónicos espaciales”, con numerosos retos de investigación. Contrastan con los métodos tradicionales de *índices de precios*⁴, y otras vías de modelación experimentales como las *redes neuronales*, y los *fuzzy numbers*, que no muestran estructuras teóricas definidas para el caso inmobiliario. La teoría de precios hedónicos de S. Rosen (1974), replantea la teoría de la utilidad, y reconoce la heterogeneidad de los inmuebles, la cual determina el énfasis en la valoración parcial de atributos, por segmentos de mercado. En una primera etapa, estudia los precios implícitos de los atributos inmobiliarios, en series temporales o de corte transversal. En una segunda etapa, puede extenderse a la simulación de la oferta y la demanda como función de los precios implícitos y de otras variables propias de los agentes, aunque las aplicaciones en este aspecto son menos frecuentes (Anselin y Lozano, 2008). El modelo de Rosen formula el precio P de un bien x en función de los precios implícitos o precios marginales β de sus atributos x , tomando en cuenta las características de los agentes de decisión α , formalmente: $P(x) = F(\beta_1 x_1, \beta_2 x_2, \dots, \beta_n x_n; \alpha)$. En las aplicaciones tradicionales, los atributos son seleccionados generalmente según la disponibilidad de datos empíricos, por medidas de representatividad estadística, o con base a estudios y encuestas de preferencias; se estudian atributos físicos, tecnológicos y funcionales, propios de los inmuebles, y atributos de entorno, tales como estatus de la zona, calidad ambiental,

⁴ También los métodos tradicionales de valoración de precio promedio de mercado, costo de reposición depreciado, capitalización de rentas, estimación de la incidencia y valor residual del terreno.

servicios públicos, calidad de las escuelas condiciones de las áreas públicas, basura visible, exterior de las edificaciones, ruido, contaminación atmosférica, homogeneidad del vecindario, accesibilidad (Megbolugbe, 1989; Ellickson, 1981). También se incorporan características de los agentes tales como el ingreso, el tamaño familiar, la edad y los años de estudio del jefe de familia, número de miembros de la familia (Follain y Jiménez, 1985; Pasha y Butt, 1996), y otros. El problema típico de la heterogeneidad espacial en modelos de precios inmobiliarios, no es tratado directamente, aunque algunos estudiosos del modelo básico, han planteado por ejemplo interrogantes con relación a la definición de atributos, estratificación de agentes y la extensión geográfica de los mercados, o la validez teórica de la inclusión de atributos que representan bienes públicos, cuya producción está sujeta a retornos de escala crecientes, proponiendo la selección de tamaños óptimos de mercado de cada zona de estratificación del espacio en comparación con el tamaño de la economía (Ellickson, 1981). Los modelos analizan de atributos de orientación económica y la evaluación de externalidades (Pasha y Butt, 1996), políticas públicas locales y su impacto en el mercado (Smith, Rosen y Fallis, 1988; Blomquist y Worley, 1980; Anas y Arnott, 1991; Minh Chau To, 1983; Follain y Jiménez, 1985; Megbolugbe, 1989; Pasha y Butt, 1996), o la simulación en la estructura urbana (Ellickson, 1981; Martínez, 1991) e hipótesis de extensión urbana de "filtrado" y "suburbanización" (Anas y Arnott, 1991). Ellickson (1981), utiliza la teoría hedónica en mercados de vivienda sobre la base de un modelo *logit multinomial* de conducta del consumidor urbano, asociándolo a la teoría de utilidad aleatoria, y generando funciones estocásticas de precios hedónicos y de comportamiento de la demanda; interpreta los coeficientes de precios como probabilidades condicionadas, de que una unidad residencial con atributos, sea ocupada por un residente de determinado tipo, que incluye la incertidumbre en la toma de decisiones, y diferencias entre los agentes. El modelo MUSSA de Martínez (1996), parte de una interpretación de los precios hedónicos como el valor estimado de la máxima postura, y la mejor forma funcional de las posturas se despeja a través de la aplicación del método *Box-Cox*. En el caso de mercados informales, se privilegian las variables de corte sociológico (Lall, Lundberg y Shalizi, 2008; Abramo, 1998; 2001). Los modelos hedónicos

espaciales, más recientes, parten de la formulación básica de Rosen, pero incorporan el análisis econométrico espacial para la predicción de precios y elasticidades, en mercados segmentados, según la presencia de núcleos de empleo, facilidades de transporte, monumentos históricos, impacto de políticas urbanísticas, ambientales, y en general variables de entorno y su difusión como externalidades en el precio, así como de valoración del bienestar (Anselin y Lozano, 2008). La econometría estándar no considera en forma expresa y ajustada a la dimensión espacial (Anselin y Lozano, 2008), mientras que la econometría espacial, aportaría formas de detección y soluciones específicas a las violaciones de los supuestos del modelo econométrico clásico de autocorrelación y heterocedasticidad, tanto para el análisis de regresión de sección cruzada, como para el de tipo panel, derivado de la impronta espacial (dependencia y heterogeneidad; Cano y Chica, 2004). Introdujo a finales de la década de 1980, el concepto de autocorrelación espacial, con base en principios de la geografía económica de J. Paelink y L. Klaassen (Anselin, 1999). Esta consiste en la interdependencia entre observaciones por su cercanía relativa, relaciones espaciales asimétricas, importancia de los factores explicativos localizados en otros espacios (Anselin, 1999)⁵, todos con explicación en la teoría económica de localización así como en comportamientos socioculturales (Anselin, 1999; 2009), que se modelan aquí estadísticamente. Los modelos tradicionales de precios con *series de tiempo*, suponen autocorrelación entre los términos de perturbación como resultado de inercias, arrojando la presencia de covarianzas distintas de cero para los términos de error de variables rezagadas (Gujarati, 1993). En el caso espacial, las covarianzas distintas de cero se presentan para observaciones de la variable dependiente con localizaciones diferentes, lo cual constituye también una condición de momento, con interpretación asociada al espacio. En la econometría estándar, el coeficiente de autocorrelación permite reconstruir el modelo con variables transformadas, que admiten el uso de pruebas, igual que otros métodos iterativos como mínimos cuadrados generalizados y máxima verosimilitud (Gujarati, 1993). En el caso espacial, también es necesario dar

⁵ Se refiere a relaciones de “contagio espacial”, efectos de “atracción-repulsión” entre actividades o “dependencia espacial a pequeña escala” por “factores microlocalizativos”, “dependencia espacial a gran escala” o “deriva espacial”, y diferenciación entre las interacciones *ex post* y *ex ante* (Anselin, 1999).

una estructura a la autocorrelación, identificada mediante pruebas *ad hoc*, entre ellas la prueba *I de Moran*. La autocorrelación espacial puede tomar dos formas, en algunos casos conjuntas. Estas son el *error de dependencia espacial*, y la *dependencia espacial por rezagos*, que dan lugar a modelos correspondientes a cada caso. El *error de dependencia espacial* se refiere al supuesto de que existen errores correlacionados entre las variables independientes no observables o variables omitidas (ocurre por ejemplo con externalidades compartidas por varios inmuebles simultáneamente, que no han sido dimensionadas), por errores de medición, por la especificación errada de la forma funcional, o con datos de alto nivel de agregación. La *dependencia espacial por rezagos* se refiere al supuesto de errores de correlación entre las observaciones de la variable dependiente, por ejemplo el impacto del precio de una vivienda sobre el precio de sus vecinas. Ignorar el *error de dependencia espacial* por omisión de información, puede resultar menos severo en consecuencias, que ignorar la *dependencia espacial por rezagos*, ya que la primera está relacionada con consideraciones estadísticas, mientras la segunda se relaciona con consideraciones teóricas (Suriatini, 2006). El *modelo de rezago espacial* para datos de sección cruzada, se caracteriza por la inclusión de una nueva variable explicativa de rezago espacial, que captura el efecto de interacción como un promedio ponderado de las observaciones vecinas, y que suele a la vez introducir heterocedasticidad inducida. En el modelo de forma lineal la ecuación de precios expresa éstos últimos como una función de una *matriz de pesos espaciales estandarizada* por filas W , parametrizada con un coeficiente de autocorrelación ρ , una matriz de atributos X y sus coeficientes β , y un vector de términos de error u independientes, distribuidos aleatoria y uniformemente, formalmente: $y = \rho W y + X \beta + u$. La matriz W define el conjunto de vecinos para cada observación. Sus elementos positivos w_{ij} corresponden a observaciones vecinas i, j . en dos tipos de relación geográfica: *isotrópica*, la más común, cuando la relación es una función de dirección y declina con la distancia (con base en la ley del gradiente espacial de Tobler), y *anisotrópica* como una función tanto de la distancia como de la dirección que separa los puntos en el espacio, más complicada de tratar, y designada más por criterios empíricos y apriorísticos que teóricos (Cano y Chica, 2004), como imágenes

digitales y matrices de conectividad isotrópica, propias de la geoestadística o *krigeo* (Taher, Suriatini, et al., 2008). Las especificaciones alternativas pueden también basarse en fórmulas de disminución de la distancia (inverso de la distancia o su cuadrado), estructura de una red social, distancias económicas, medidas de concentración de un atributo. Esto sugiere arbitrariedad, aunque es rechazado por autores como Anselin (1999). El tratamiento de variables omitidas como medida remedial, puede ser también realizado por medio de efectos espaciales fijos, incluyendo una variable *dummy* para un área espacial mayor al que un inmueble individual pertenezca (subzona). Sin embargo, la naturaleza de las variables de definición del vecindario omitidas, tiende a ser compleja e insuficiente para remover la autocorrelación espacial residual (Anselin y Lozano, 2008). Los *modelos de errores*, alternativos, muestran los elementos de la matriz de varianza-covarianza de los términos de error como una función directa de una cantidad limitada de parámetros y una o más variables exógenas, basada en relaciones de distancia entre las observaciones. La especificación más común asume el proceso espacial autorregresivo para los términos de error, en el cual el precio depende de los atributos, y un término de error estimado como una función de la matriz parametrizada de pesos espaciales W , dando lugar al cálculo de un coeficiente espacial autorregresivo. En este caso no se induce la heterocedasticidad (Anselin, 1999). En los *modelos tipo panel*, la definición de matrices de varianza – covarianza puede dar lugar a distintos modelos: *espacial - recursivos puros* en los que la dependencia corresponde a localizaciones vecinas en diferentes períodos; *tiempo-espacio recursivos*, en los que la dependencia es relativa a la misma localización a la vez que a las localizaciones vecinas en otro período; *tiempo-espacio simultáneos*, y *tiempo-espacio dinámicos*, estos últimos con todas las formas de dependencia, exigiendo condiciones asintóticas en las dos dimensiones (longitudinal y de sección cruzada). Aunque la inclusión explícita de la correlación tiempo-espacio permite un modelo más realista del *timing* de las transacciones inmobiliarias (afectación de una transacción por otra anterior), tiene asimismo algunos contratiempos. Teóricamente, el supuesto de que los precios marginales permanecen constantes a lo largo del tiempo, puede ser apropiado para períodos cortos, pero no para varios años. Como

resultado, los análisis hedónicos tienden a favorecer las aproximaciones con data de sección cruzada, aunque también tengan el inconveniente de que puede interpretarse que transacciones posteriores en el tiempo, afectan la valoración en transacciones previas. Anselin y Lozano (2008) reportan aplicaciones exitosas aunque complejas que ordenan la data por períodos, permitiendo que sólo las ventas previas influyeran los precios corrientes de las viviendas, o permitiendo que los coeficientes cambien en el tiempo.

La *heterocedasticidad espacial* derivada de la heterogeneidad del espacio, se evidencia en la varianza de los errores de los coeficientes de la regresión, de observaciones espacialmente concentradas por segmentos geográficos o *clusters*. Puede tomar lugar conjuntamente con la dependencia o autocorrelación espacial, lo que puede invalidar la aplicación de pruebas de estándar como el test de *Chow* de estabilidad de los coeficientes (Anselin, 1999), de modo que la vía para mitigar este efecto, puede ser la obtención de condiciones asintóticas, a través de bases de datos de observaciones *panel data*. También existen consideraciones especiales en estos modelos, para la incorporación de datos a las muestras, que incrementen la extensión longitudinal, bien “dominio incremental” (nuevas observaciones son añadidas en los límites), o por “llenado” (nuevas observaciones se añaden entre las ya existentes, apropiado cuando el dominio espacial es acotado). La interpretación de resultados puede ser diferenciada en cada caso. La *heterogeneidad espacial discreta* ocurre cuando pueden observarse cortes estructurales entre diferentes *submercados*, con precios marginales variables por causa de inelasticidades locales (Goodman y Thibodeau, 1998), siguiendo límites espaciales observables, salvo cuando la dependencia y la heterogeneidad espaciales ocurren simultáneamente, o es difícil identificarlas por separado (Anselin, 1999). La inclusión de *dummies* de cada submercado, puede mejorar el poder de predicción del modelo, pero no toma totalmente en cuenta la heterogeneidad paramétrica, importante para propósitos de identificación. Como alternativa a considerar, en subconjuntos espaciales discretos de la data, la heterogeneidad puede verse como un proceso continuo de parámetros que varían, mediante el *modelo de expansión espacial* que modela la heterogeneidad como *deriva espacial*, aunque con un alto grado de

multicolinealidad típicamente inducido.

Aplicación de un modelo de precios hedónicos al caso de Caracas.

En una aplicación de un modelo econométrico estándar de precios hedónicos (primera etapa), para el mercado de vivienda formal multifamiliar del Área Metropolitana Interna de Caracas (AMC), con datos panel *cross section*, con no balanceados, no longitudinales, de 70.000 transacciones registradas entre 1993 y 2003, se corrigieron problemas de heterocedasticidad típicos, a través de la estratificación por segmentación espacial de la data, y la adaptación de la forma funcional al tipo *log lineal*, que permitió una interpretación económica de los coeficientes β como precios parciales o elasticidades constantes, respecto a los atributos modelados en pruebas para segmentos específicos (Torres, 2006)⁶. Se siguió básicamente el modelo desarrollado por Follain y Jiménez (1985) en el cual, el precio se hace depender entre otros, de los precios marginales de atributos propios, así como de vecindario y características de los agentes. Se estimó la renta mensual en valores equivalentes para enero de 1993 como variable dependiente y el ingreso familiar mensual, como variable explicativa, además de los atributos disponibles: área de construcción ponderada, edad de la edificación, habitaciones, cuartos de baño, accesibilidad o impedancia (distancia a núcleos empleadores), y adyacencia a vialidad arterial o colectora principal. Los criterios para la identificación de segmentos fueron: el estudio de límites de las urbanizaciones de la ciudad, de sectores históricos y de zonas autoproducidas, así como el análisis de usos del suelo, de procesos ecológicos de dinámica urbana, y la fragmentación de zonas por ingresos familiares según el Plan de Ordenación Urbanística de Caracas (POU; FONTUR/INSURBECA, 1998). Se identificaron 151 segmentos espaciales, en 31 zonas POU de 37 Parroquias, que incluyen 2.275 segmentos censales (INE, 2001) en el Municipio Libertador del Distrito Capital, y 1.327 en los Municipios Chacao, Baruta, El Hatillo y Sucre, del Estado Miranda. La localización de cada núcleo se realizó tomando en cuenta la mayor densidad de las actividades empleadoras y su centralidad. La distancia a los núcleos como impedancia, fue además ponderada por el porcentaje de empleo en el núcleo respecto al total

⁶ Este modelo fue desarrollado en el marco del postgrado de Planificación Urbana, mención Economía y Estructura Urbana del Instituto de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, de la Universidad Central de Venezuela.

de la ciudad. También se midió la adyacencia a vialidad arterial o colectora principal, según la clasificación vial del Estudio POU. Se incorporó el ingreso y el tamaño familiar promedio para la caracterización de la demanda por zonas del Estudio POU, o segmentos a partir de la información censal 2001. La estructura del modelo general fue:

$$PUPAC*ACP^{.12/.12} = C(1) + C(2)*AC + C(3)*ACP + C(4)*BA + C(5)*HA + C(6)*IMPE + C(7)*VIA + C(8)*FAM + C(9)*YPR0M93 + [CX=F]; \text{ donde:}$$

PUPAC: Precio unitario ponderado por tipo de área de construcción y actualizado a valor nominal equivalente enero 1993; AC: año de construcción de la edificación; ACP: área de construcción ponderada del inmueble; BA: número de baños en el inmueble; HA: número de habitaciones en el inmueble; VIA: adyacencia a vialidad arterial y colectora principal; FAM: tamaño familiar promedio (por segmentos censales); YPR0M93: Ingreso mensual promedio ponderado de familias en zonas de desarrollo formal, por zonas de estudio POU, valor nominal equivalente 1993.

Se realizaron pruebas preliminares regresando las variables explicativas respecto a la renta estimada sin estructurar los datos, con resultados insatisfactorios. A partir de los estadísticos y pruebas de hipótesis estimadas, los modelos con coeficiente de determinación R^2 superior fueron los correspondientes a toda la ciudad como ámbito geográfico con mayor número de datos. También presentaron estadístico t significativos para todas las variables explicativas, para intervalos de confianza de 95%, con errores estándar relativamente poco significativos, salvo para la variable de impedancia, pero no se obtuvieron valores t significativos para las variables de promedio familiar y acceso a la vialidad, más que para niveles de confianza inferiores a 75% y 60%. Simultáneamente, se presentaron fuertes problemas de heterocedasticidad, detectados en principio por los valores significativos de R^2 y t , frente a un estadístico F elevado. Las pruebas de *WHITE* confirmaron este comportamiento, el cual se intentó mitigar versionando el modelo lineal inicial como un modelo *log lineal*, desapareciendo para 97.5% de confianza y 6 grados de libertad, en todos los modelos *log lineales*.

Se procedió entonces a estructurar la data por los segmentos espaciales, y se regresaron las mismas variables como logaritmos; con la agregación por segmentos, la inclusión de la variable ingreso se hizo redundante por tratarse de promedios por zona, logrando un mejor comportamiento del modelo. En

general para estos casos más acotados espacialmente, se obtuvieron valores R^2 menores (0.26 a 0.45) pero mejores resultados en cuanto a heterocedasticidad, desapareciendo superior a 97.5% de confianza y 5 o 6 grados de libertad, en todos los modelos *log lineales*. También se observó que las variables de adyacencia a vialidad y tamaño familiar perdieron representatividad (bajos valores t). Los coeficientes arrojaron signos coherentes con las hipótesis planteadas en el caso de la variable baños (positivo), revelando una elasticidad alta (11.44), menor respecto al año de construcción (0.09). En cuanto al número de habitaciones, el signo de los coeficientes varía para los distintos segmentos lo que apuntaría a la diferenciación de segmentos del mercado en este sentido. En el caso de la adyacencia a vialidad arterial y colectora el signo del coeficiente resultó también variable con cada segmento. En cuanto a la impedancia, resultó con coeficientes no significativos por lo que asumimos errores en su construcción, que deben ser también ajustados para aplicaciones futuras, dada la relevancia de esta variable en la modelación urbana. La magnitud de los coeficientes de las variables explicativas, resultó más de 10 veces mayor para la variable año de construcción, con valores absolutos mayores a la unidad, y el correspondiente a la variable área de construcción. Esto indica altas elasticidades respecto a edad y área, e inelasticidad respecto al número de baños y habitaciones. La heterocedasticidad detectada en el modelo general y mitigada en la versión del modelo por segmentos, indica que el mercado local se comporta por nichos diferenciados por características socioeconómicas (nivel de ingresos y tamaño familiar) y espaciales, por lo cual las pruebas econométricas deberían orientarse hacia esta segmentación.

Conclusiones:

Podemos reafirmar que el mercado inmobiliario urbano es un mercado sumamente complejo. Los modelos desarrollados por EEU y la NGE resultan rigurosos y completos, con un alto grado de sofisticación y de exigencias de manejo de datos que los hace poco accesibles a la aplicación cotidiana, en estudios inmobiliarios con fines particulares de inversión o de políticas inmobiliarias, fiscales y urbanísticas. Otros modelos de precios resultan menos rigurosos y excluyentes de las variables espaciales explícitas, aunque más

accesibles. La teoría microeconómica de precios hedónicos resulta atractiva por representar un vínculo teórico importante entre la teoría microeconómica y la economía espacial o a la localización, que permite la modelación bajo supuestos microeconómicos rigurosos. No supe la fortaleza de los modelos de la EEU y de la NGE en la explicación endogeneizada de fenómenos de aglomeración y la integración del mercado inmobiliario en un sistema de equilibrio general, ni siquiera en el caso de la aplicación de modelación econométrica espacial, más compleja y con mayores costos de implementación, pero con iguales carencias. Sin embargo, permite comprender y evidenciar mejor, la incidencia de relaciones de dependencia y heterogeneidad espacial, así como la aplicación de pruebas de representatividad. En la aplicación realizada a la ciudad de Caracas, se evidenció la estratificación espacial por segmentos de la ciudad; el modelo puede ser seguramente mejorable, con la aplicación de la econometría espacial, y mediante la exploración de la dimensión longitudinal.

Referencias bibliográficas y/o bibliografía:

- Abramo, P. (2001). La teoría económica de la favela: cuatro notas sobre la localización residencial de los pobres y el mercado inmobiliario. *Boletín CF+S 29/30 Ciudades para un Futuro más Sostenible. Notas para entender el mercado inmobiliario*. Rio de Janeiro (Brasil), noviembre de 2001. En: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n29/apabr.html> (Julio, 2010).
- Abramo, P. y Faria T. (1998). *Mobilidade residencial na cidade do Rio de Janeiro: considerações sobre os setores formal e informal do mercado imobiliário*. Brasil: XI Encontro Nacional de Estudos Populacionais da Associação Brasileira de Estudos Populacionais ABEP, 1998. En: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/PDF/1998/a139.pdf>, (Junio, 2008).
- Anas, A. y Arnott, R. (1991). Dynamic housing market equilibrium with taste heterogeneity, idiosyncratic perfect foresight, and stock conversions. *Journal of Housing Economics* Volume 1, Issue 1, Marzo 1991, pp. 2-32
- Anselin, L. (1999). *Spatial Econometrics*. Bruton Center School of Social Sciences University of Texas at Dallas Richardson April 26, 1999 En: http://www.csiss.org/learning_resources/content/papers/baltchap.pdf ; revisado: (Agosto 2010).
- Anselin, L. (2009). Thirty Years of Spatial Econometrics. *Working Paper 2009-02*. GeoDa Center for Geospatial Analysis and Computation. School of Geographical Sciences and Urban Planning. Arizona State University. Tempe, AZ 84287-5302 October 31, 2009. En:
- Anselin, L.; Lozano-Gracia, N. (2008). Spatial Hedonic Models. *Working Paper 2008-02*. July 25, 2008. School of Geographical Sciences. GeoDa Center for Geospatial Analysis and Computation. Arizona State University. En: <http://geodacenter.asu.edu/> (Julio, 2010).
- Blomquist, G. y Worley, L. (1980). Hedonic process, demands for urban housing amenities, and benefit estimates. *Journal of Urban Economics*, Elsevier. Vol. 9(2), pp. 212-221, Marzo.
- Bourassa, S.C., M. Hoesli, and J. Sun (2006). A Simple Alternative House Price Index Method. *Journal of Housing Economics*, 2006,15:1, 80-97. En: http://www.prrs.net/papers/Hoesli_Alternative_House_Price_Index_Method.Pdf. (Diciembre, 2010).
- Case, Bradford y John Quigley (1991). The Dynamics of Real Estate Prices. *The Review of Economics and Statistics*, Vol.73, No. 1 (Feb. 1991), 50-58. MIT Press. Chicago.

- Castells, Manuel (1999). *La era de la información*. Madrid: Alianza Editorial, 1999.
- De la Barra, T. (1989). *Integrated land use and transport modelling*. Cambridge: Cambridge University Press..
- De la Barra, T. (1998). Improved logit formulations for integrated land use, transport and environmental models. En: L. Lundqvist, L.-G. Mattsson, T.J. Ki, eds. (1989). *Network Infrastructure and the Urban Environment: Recent Advances in Land-Use/Transportation Modeling*, 288-307 Berlin/Heidelberg/New York: Springer.
- De la Barra, T. (2003). "Localización de actividades y el mercado inmobiliario. *Revista Urbana* Vol.8 N° 32. enero-junio. Instituto de Urbanismo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Ellickson, B. (1981). An alternative test of the hedonic theory of housing markets. *Journal of Urban Economics*. Volume 9, Issue 1, January 1981, Pages 56-79.
- Englund, Peter (1999). The Choice of Methodology for Computing Housing Price Indexes: Comparisons of Temporal Aggregation and Sample Definition. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 19:2, 91±112 (1999). Kluwer Academic Publishers, Boston. En: http://urbanpolicy.berkeley.edu/pdf/EQR_JREFE99.pdf.
- Fair, R. (1972). Disequilibrium in Housing Models. *Journal of Finance*, American Finance Association, vol. 27(2), pages 207-21, May.
- Follain, J. y Jimenez, E. (1985). The demand for housing characteristics in developing countries. *Urban Studies*. October 1985 vol. 22 N° 5 pp. 421-432.
- Fontur - INSURBECA (1998). *Evaluación de las estrategias y propuestas estructurales del Plan de Ordenación Urbanística del Sistema Metropolitano de Caracas*. Mimeo. Caracas: Instituto de Urbanismo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela.
- Fujita, M. (1988). A monopolistic competition model of spatial agglomeration. *Regional Science and Urban Economics* 18 (1988) 87-124. North-Holland.
- Fujita, M. y Mori, T. (2005). Frontiers of the New Economic Geography. *IDE Discussion Papers* 27, Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization (JETRO). April 2005. En: http://ir.ide.go.jp/dspace/bitstream/2344/179/3/ARRIDE_Discussion_No.27_fujita.pdf. (Julio, 2010).
- Gálvez, T. (2002). El modelo powit. *Revista Urbana* Vol.7 N° 30. Enero-junio. Caracas: Instituto de Urbanismo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela.
- Gujarati, D. (1993). *Econometría*. México: McGrawHill. Segunda Edición.
- Gao, Andre H. y George H.K. Wang (2007). Multiple Transactions Model: A Panel Data Approach to Estimate Housing Market Indices. *Journal of Real Estate Research*. JRER Vol. 29, No. 3–2007. Department of Real Estate, Zicklin School of Business at Baruch College, The City University of New York. American Real Estate Society. En: http://aux.zicklin.baruch.cuny.edu/jrer/papers/pdf/past/vol29n03/02.241_266.pdf 20 de diciembre de 2010.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *The Journal of Political Economy*, Volume 99, Issue 3 (Jun., 1991), pp. 483-499. The University of Chicago Press En: <http://links.jstor.org/sici?sici=0022-3808%28199106%2999%3A3%3C483%3AIRAEG%3E2.0.CO%3B2-6> Julio, 2010
- Krugman, P. (1998). Space: The Final Frontier. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 12, No. 2 (Spring, 1998), pp. 161-174. Published by: American Economic Association. En: <http://www.jstor.org/stable/2646968> Marzo 2009
- Krugman, P. (2008). The Increasing Returns Revolution in Trade and Geography. *Nobel Prize Lecture*, December 8, 2008. Princeton University, Woodrow Wilson School, Princeton, NJ 08544-1013, USA. En: http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2008/krugman_lecture.pdf (Julio 2010).
- Lall, S., M., Lundberg, Z. y Shalizi, S. (2008). Implications of alternate policies on welfare of slum dwellers: Evidence from Pune, India. *Journal of Urban Economics* 63 Volume 63, Issue 1 - selected (2008) pp. 56–73 Elsevier. En: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=PublicationURL&_tockey=%23TOC%236934%232008%23999369998%23677281%23FLP%23&_cdi=6934&_pubType=J&_auth=y&_acct=C000047560&_version=1&_urlVersion=0&_userid=7091296&md5=5fd9b248e801d9aa0ff500947c27d33d (Julio, 2010).
- Liu, H. y Fujita, M. (1991). A monopolistic competition model of spatial agglomeration with variable density. *The Annals of Regional Science* (1991) 25:81-99. Springer-Verlag.

- Malpezzi, Stephen (2002). Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review. Prepared for: *Housing Economics: Essays in Honor of Duncan MacLennan*. Edited by Kenneth Gibb and Anthony O'Sullivan. April 10, 2002. The Center for Urban Land Economics Research. The University of Wisconsin, Madison, WI. En: <http://www.bus.wisc.edu/realestate/documents/Hedonic%20Pricing%20Models%20Survey%20for%20MacLennan.pdf> (Enero, 2011)-
- Martínez. F. (1996). MUSSA: A Land Use Model for Santiago City. *Transportation Research Record 1552: Transportation Planning and Land Use at State, Regional and Local Levels*, 126-134
- Mori, T. (2006). Monocentric versus polycentric models in urban economics. *Kier Discussion Paper Series. Discussion Paper N° 611*. Kyoto Institute of Economic Research. Enero, 2006. En: <http://www.kier.kyoto-u.a.c.jp/index.html>. Agosto 2010.
- Niculescu, I. (1995). "Determinantes financieros del mercado de la vivienda". *Revista Urbana N° 16-17*. Caracas: Instituto de Urbanismo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela.
- Niculescu, I. (1996). *Mecanismos de transmisión del mercado hipotecario al mercado de la vivienda en Venezuela*. Caracas: Ediciones del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela.
- Pasha, H. y Butt, M. (1996). Demand for Housing Attributes in Developing Countries: A Study of Pakistan. *Urban Studies* Vol.33 N° 7. University of Glasgow, U.K. Dec.
- Prasad, Nalini y Anthony Richards (2008). Improving Median Housing Price Indexes through Stratification. *JRER* Vol. 30 No. 1, 2008. *Journal of Real Estate Research*. Department of Real Estate, Zicklin School of Business at Baruch College, The City University of New York. American Real Estate Society En: http://aux.zicklin.baruch.cuny.edu/jrer/papers/abstract/past/av30n01/vol30n01_03.htm (Enero, 2011).
- Quigley, John M.(1995). A simple hybrid model for estimating real estate price indexes. *Journal of Housing Economics* 4, 1-12 . University of California. Berkeley, California.
- Smith, L., Rosen, K. y Fallis , G. (1988). Recent Developments in Economic Models of Housing Markets. *Journal of Economic Literature*, 1988, vol. 26, issue 1, pp. 29-64.
- Suriatini, I. (2006). *Spatial Autocorrelation and Real Estate Studies: A Literature Review*. Malaysia: Department of Property Management, Faculty of Geoinformation Science and Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, Johor, Malaysia. En: <http://eprints.utm.my/438/1/1-13.pdf>.; (Mayo, 2010).
- Tabuchi, T, Thisse, J. (2002). Taste heterogeneity, labor mobility and economic geography. *Journal of Development Economics* 69: 155-177.
- Tabuchi, T. (1997). Urban Agglomeration and Dispersion: A Synthesis of Alonso and Krugman. *Paper (Tabuchi, 1996) presented at the University of Tsukuba*. Tokyo: Okayama University, *RSAI World Congress*, Universidad Rishso y Nikkoken, Tokyo. En: <http://www.e-u-tokyo.ac.jp/~ttabuchi/RecentPapers/disp997x.pdf>. (Marzo, 2010).
- Torres, H. (2006). *Modelo de precios hedónicos y mercado inmobiliario. Conformación de una base de datos y aproximación a la formulación de un modelo econométrico para el Área Metropolitana de Caracas*. Trabajo Final de grado para optar al título de Magister Sc. de la Maestría en Planificación Urbana, mención Estructura y Economía Urbana, Instituto de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Mimeo. Caracas.
- Veltz, P. (1999). *Mundialización, Ciudades y Territorios*. Barcelona: Ariel Geografía. Edit. Ariel S.A.
- Vergés, R. (1990). Modelos de previsión de vivienda. *Revista Estudios Territoriales*. N° 40. Pp. 121-151
- Wegener, M. (1994). Operational urban models. State of art. *Journal of the American Planning Association*, Volume 60, Issue 1 March 1994, pp. 17 - 29. Chicago, Illinois, Winter 1994.
- Wegener, M. (2004). Overview of land-use transport models. En: David A. y Kenneth Button (Eds.) *Transport Geography and Spatial Systems*. Handbook 5 of the *Handbook in Transport*. Spiekermann & Wegener Urban Regional Research, Dortmund, Germany. Capítulo 9 en Hensher, Pergamon/Elsevier Science, Kidlington, UK, 2004, 127-146 En: http://spiekermann-wegener.com/pub/pdf/MW_Handbook_in_Transport.pdf (Jul., 2010).