

T 7 / 95

UNIVERSIDAD DE GRANADA

UNIVERSIDAD DE GRANADA
Facultad de Ciencias
Fecha ...14/7/03.....
ENTRADA NUM. 2235.....

DOCTORADO EN ESTADÍSTICA

MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y ECONOMETRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO DE LA VIVIENDA

TESIS DOCTORAL

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA
N.º Documento 613669886
N.º Copia 15754662

ANTONIO MIGUEL FUENTES JIMÉNEZ

UNIVERSIDAD DE GRANADA
30 JUN 2003
COMISIÓN DE LECTURA

GRANADA, JUNIO 2.003

MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y ECONOMÉTRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO DE LA VIVIENDA

Memoria presentada por
Antonio Miguel Fuentes Jiménez
para optar al grado de doctor por
la Universidad de Granada.



Fdo.: Antonio Miguel Fuentes Jiménez

VºBº
El Director,



Dr. Andrés González Carmona
Catedrático Universidad de Granada

VºBº
El Director,



Dr. José María Caridad y Ocerín
Catedrático Universidad de Córdoba

Granada, 30 de junio de 2003

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo no hubiera sido posible sin la inestimable ayuda y colaboración brindada por los Dr. D. Andrés González Carmona y D. José María Caridad y Ocerín. A estos catedráticos, quisiera expresarle mi más profundo agradecimiento.

A Juan Antonio Maldonado y a Nuria Ceular, deseo agradecerles sinceramente toda su atención por el apoyo técnico y humano.

A Asunción, a mi hijo, a mis padres, a mi hermana, a mis amigos y familiares, por su inestimable aliento y comprensión.

A las agencias de la Propiedad Inmobiliaria, y en especial a LIDERSUR, a la Consejería de Urbanismo de la ciudad de Melilla, a EMVISMESA, y a la Gerencia Territorial del Catastro de Melilla por toda su colaboración a la hora de recopilación de la información necesaria así como por su asesoramiento técnico.

A mi mujer, y a mi hijo,

en reconocimiento a su apoyo incondicional.

UNIVERSIDAD DE GRANADA

DOCTORADO EN ESTADÍSTICA

**MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y ECONOMÉTRICOS
PARA LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO DE LA
VIVIENDA**

TESIS DOCTORAL

ANTONIO MIGUEL FUENTES JIMÉNEZ

GRANADA, JUNIO 2.003

MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y ECONOMÉTRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO DE LA VIVIENDA

Memoria presentada por Antonio Miguel Fuentes Jiménez para optar al grado de Doctor por la Universidad de Granada.

Antonio Miguel Fuentes Jiménez

Vº. Bº. DE LOS DIRECTORES

Prof. Dr. D. Andrés González Carmona
Doctor en Estadística
Universidad de Granada

Prof. Dr. D. José María Caridad y Ocerín
Doctor en Estadística
Universidad de Córdoba.

GRANADA, JUNIO 2.003

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo no hubiera sido posible sin la inestimable ayuda y colaboración brindada por los Dr. D. Andrés González Carmona y D. José María Caridad y Ocerín. A estos catedráticos, quisiera expresarle mi más profundo agradecimiento.

A Juan Antonio Maldonado y a Nuria Ceular, deseo agradecerles sinceramente toda su atención por el apoyo técnico y humano.

A Asunción, a mi hijo, a mis padres, a mi hermana, a mis amigos y familiares, por su inestimable aliento y comprensión.

A las agencias de la Propiedad Inmobiliaria, y en especial a LIDERSUR, a la Consejería de Urbanismo de la ciudad de Melilla, a EMVISMESA, y a la Gerencia Territorial del Catastro de Melilla por toda su colaboración a la hora de recopilación de la información necesaria así como por su asesoramiento técnico.

A mi mujer, y a mi hijo,

en reconocimiento a su apoyo incondicional.

ÍNDICE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1.- MERCADO DE LA VIVIENDA.....	18
CAPÍTULO 2.- MÉTODOS ESTADÍSTICOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DEL MERCADO DE LA VIVIENDA.....	40
CAPÍTULO 3.- MATERIALES UTILIZADOS.....	101
CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS Y DETERMINANTES DEL PRECIO DE LA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE MELILLA.....	172
CAPÍTULO 5.- CONCLUSIONES.....	234
BIBLIOGRAFÍA.....	239

INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1.- MERCADO DE LA VIVIENDA.....	18
1.1.- EVOLUCIÓN DEL MERCADO DE LA VIVIENDA.....	17
1.2.- CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DE LA VIVIENDA.....	22
1.3.- ANTECEDENTES EN PROBLEMAS DE VALORACIÓN.....	23
1.4.- CRITERIOS DE VALORACIÓN CATASTRAL.....	34
CAPÍTULO 2.- MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y ECONOMÉTRICOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DEL MERCADO DE LA VIVIENDA.....	40
2.1.- ESTUDIO ESTADÍSTICO.....	42
2.2.- MODELOS DE LOCALIZACIÓN RESIDENCIAL.....	62
2.3.- MODELOS HEDÓNICOS.....	75
2.4.- SISTEMAS NEURONALES ARTIFICIALES.....	92
CAPÍTULO 3.- MATERIALES UTILIZADOS.....	101
3.1.- DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	103
3.2.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA.....	107
3.3.- OBTENCIÓN DE ÍNDICES.....	160
3.4.- TRABAJO DE CAMPO.....	170

CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS Y DETERMINANTES DEL PRECIO DE LA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE MELILLA.....	172
4.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS AL ANÁLISIS.....	174
4.2.- ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO.....	197
4.3.- DEMANDA DE CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE MELILLA.....	199
4.4.- ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE LA VIVIENDA MEDIANTE MODELOS HEDÓNICOS.....	206
4.5.- ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE LA VIVIENDA MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	220
4.6.- COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	232
CAPÍTULO 5.- CONCLUSIONES.....	234
5.1.- CONCLUSIONES.....	236
BIBLIOGRAFÍA.....	239

INTRODUCCIÓN

La ciudad es el lugar donde la mayoría de las personas desarrollan su actividad —trabajan o viven—, y se ha convertido en uno de los principales campos de estudio de diferentes ciencias.

El mercado inmobiliario es una de las preocupaciones para la mayoría de los ciudadanos en los últimos tiempos, y se debe a una serie de factores.

En esta memoria se estudia el mercado inmobiliario en la ciudad de Melilla, urbe de tamaño pequeño, que tiene problemas inmobiliarios derivados, sobre todo, de su situación geográfica, socioeconómica y de su nulo tejido industrial, predominando el sector comercial. En primer lugar se analiza el mercado de la vivienda, y concretamente, el papel de la vivienda en la economía de la ciudad, en segundo lugar, se estudia la recogida, selección, análisis y tratamiento de datos sobre la vivienda nueva en la ciudad de Melilla, en los años 1.998-1.999, y en tercer lugar se consideran los métodos estadísticos y econométricos utilizados para determinar las características y determinantes del precio de la vivienda en la ciudad de Melilla. Con el análisis de estos datos, se refleja la situación de la vivienda y aportamos posibles vías de desarrollo económico para la misma.

La economía urbana es la economía de varios conjuntos diferentes de personas y empresas cuyos miembros se yuxtaponen y originan economías interrelacionadas. Los factores que le afectan son: gobierno local y políticas de ingresos y gastos, personas que

residen en la ciudad, personas que trabajan en la ciudad, características económicas de la vivienda, ocupación de los inmuebles y funcionamiento de los servicios de la ciudad.

La economía urbana agrupa el estudio de una doble dirección económica por una parte, la economía de los individuos, personas físicas o jurídicas, que trabajan o viven en la ciudad; por otra, la economía del sector público local. Este desempeña un papel protagonista en este sistema económico, ya que va a influir en la vida de los demás sectores a través tanto de su política de ingresos como de su política de gastos. La política de ingresos, mediante tributos, determina la presión fiscal sobre las actividades de los individuos en las ciudades y puede ser un aliciente o una rémora, para trabajar o vivir en la misma. La política de gasto mediante la prestación de servicios públicos —áreas verdes, transportes públicos, etc.— es considerada como un elemento fundamental para elegir un lugar u otro para vivir o trabajar. La metodología que sigue es la siguiente¹:

Presentar una descripción global de las pautas y patrones espaciales que definen la originalidad del sistema urbano, pero ahondando en el análisis de cada uno de los subsistemas que lo integran.

- 1.- Identificar los problemas más acuciantes desde el punto de vista fisionómico y funcional.

¹ Sarasa, A. (1993), Pág. 18

-
- 2.- La estrategia urbana deriva de la compleja interacción de tres categorías de factores —sociales, políticos y económicos— que impactan tanto en el escenario donde se llevan a cabo las prácticas urbanas como en la naturaleza de las estructuras de las mismas y se debe diferenciar entre la estructura espacial y la económica.

La estructura espacial presenta tres puntos:

- a.- Proceso de urbanización: Entendiendo por urbanización la evolución según la cual una proporción importante de la población, en el seno de una formación social dada, se concentra sobre un espacio que ella misma produce y reproduce. Deberá determinarse la evolución del grado de concentración urbana y el índice de urbanización.
- b.- Evolución del perfil urbano: Hace referencia a la distribución estadística, teniendo en cuenta el tamaño de la ciudad de Melilla.
- c.- Plano de la ciudad: Determinado a través de una descripción global de las pautas y patrones espaciales que definen la personalidad de la ciudad, y del análisis sectorial de cada uno de los subsistemas en los que su particular historia urbana permite descomponerla.

La estructura económica se dibuja a través de la distribución de las empresas a nivel municipal, la especialización municipal a través de las actividades dominantes, los índices de diversificación y la especialización funcional.

La economía urbana relaciona diferentes mercados: vivienda, transporte, trabajo, servicios públicos, etc., abordando cinco áreas diferentes²:

- a) Estructura y crecimiento de la economía urbana: Integra la economía urbana en la nacional.
- b) Organización y cambios intermetropolitanos: Estudia el uso del suelo, las viviendas y los transportes urbanos.
- c) Servicios públicos urbanos y seguridad social: Estudia la asignación eficiente de los recursos públicos y la interacción entre la parcela pública y la privada.
- d) Economía de los recursos humanos: Analiza a las personas desde un doble punto de vista: como abastecedoras de fuerza de trabajo y como consumidoras de productos finales.
- e) Cuentas regionales: Determinan los flujos de información necesarios para un análisis regional.

² Hirsch, (1997), Pág. 23-24.

La economía urbana se divide en tres grandes grupos:

A. Microeconomía urbana.

B. Macroeconomía urbana.

C. Sector público urbano.

La microeconomía urbana se centra en el análisis del comportamiento de las unidades de decisión —los individuos, las economías domésticas y las empresas— en el mercado. Sus aspectos característicos se centran en la distancia y proximidad del factor espacio, en la producción general, en la especialización y en la inexistencia de un organismo general de adopción de decisiones a nivel local.

La macroeconomía urbana estudia determinadas variables como los gastos de consumo e inversión, las exportaciones e importaciones, ingresos y gastos públicos, renta, trabajo, etc., y se define como las relaciones existentes entre las importaciones y las exportaciones de los residentes de la ciudad, y de quienes trabajan en ella, y que influye tanto en el nivel de empleo como en el nivel de inversión urbana. Destaca sus aspectos de producción general, de gobiernos solapados y de entidades políticas similares con iguales o similares fines y fronteras.

El sector público urbano estudia la obtención de ingresos por parte de la Administración Local, y la asignación de los bienes a través de los servicios públicos, diseñado por la proximidad en la variable espacio y la existencia de una intervención pública frecuente.

La ciudad, en términos económicos, es un sistema dinámico de mercados interrelacionados e interdependientes, que se caracteriza por la gran densidad y especialización de los agentes económicos, y por ciertas condiciones institucionales que influyen en el proceso de toma de decisiones de los distintos gobiernos.

La vivienda pertenece a un sector que tiene grandes repercusiones tanto desde un punto de vista económico como social, ya que es un bien necesario y se constituye en uno de los principales retos tanto para las autoridades públicas como para los ciudadanos en general. En nuestro trabajo analizamos las viviendas de nueva construcción, teniendo en cuenta el centro histórico de la ciudad. Este se caracteriza por la existencia de viviendas antiguas que podemos dividir en:

Áreas vacías, en las que prácticamente no existe edificación, o bien la que queda carece de interés por diversas razones: débil densidad, no es utilizada, carencia de servicios, o pérdida del valor económico.

Áreas malformadas: Son espacios en los cuales la morfología urbana sufre un largo proceso de deterioro, que ha dado lugar al desplazamiento de las categorías sociales con alguna posibilidad económica y con falta de arraigo en el barrio.

Áreas obsoletas: Que ocupan amplias superficies muy dispersas por los distintos cascos antiguos y derivan de la pérdida de funcionalidad de las instalaciones portuarias, militares, industriales y eclesiásticas.

Actualmente, existe una política en la mayoría de las ciudades, entre las que se encuentra Melilla, de recuperar estos centros históricos, a través de un sistema de rehabilitación, con fines diversos: Culturales, turísticos, históricos, etc.

El profesor Chica Olmo (1994) señala dos modelos para la determinación del valor de los bienes urbanos: monocéntrico y multicéntrico. En el modelo monocéntrico el espacio es enteramente homogéneo: Un solo centro comercial, configurándose como elemento diferenciador del espacio, la distancia al centro del mercado, y la localización viene determinada por los costes de transporte. La accesibilidad se mide en dos aspectos: general —al resto de los inmuebles de la ciudad— y particular — a ciertos inmuebles relacionados con el usuario—.

En el modelo multicéntrico, las estructuras de uso del suelo se organizan alrededor de distintos centros dentro del espacio metropolitano.

La existencia de núcleos separados se aplica en base a tres factores: Preferencia de ciertas actividades por determinadas instalaciones en su localización, tendencia a aglomerarse y a repelerse de ciertas actividades complementarias y la capacidad de pago de las actividades.

Se plantearían cinco núcleos: Modelo sectorial, industria pesada, subcentro comercial, residencia suburbana e industria suburbana.

Las características del suelo son tres: La imperfección del mercado, la especulación y la subordinación al mercado de las edificaciones. La imperfección del mercado implicaría que el precio del suelo dependería de la naturaleza del mismo y del número de agentes que intervienen, estando caracterizado por dos notas: Primera, no existe la competencia perfecta y la información es sesgada y, segunda, el comportamiento de los agentes ofertantes.

El precio del suelo vendría determinado por una serie de factores³:

Factores de microlocalización: Son aquellos ligados al ambiente inmediato del suelo y se refleja en aspectos tales como los factores físicos, la accesibilidad local y el ambiente económico y social.

³ Chica Olmo, (1994), Pág. 100.

Factores de macrolocalización: Factores que conciernen a la accesibilidad de los terrenos a los polos de atracción de las ciudades, que implica la accesibilidad al centro urbano, la organización de la red de transporte, la densidad residencial y la reglamentación urbanística.

Factores generales: Ligados al crecimiento urbano y que se proyectan a través del tamaño de la ciudad, el crecimiento urbano, la coyuntura económica general y la fiscalidad.

Las variables que modifican el stock de viviendas son las siguientes: Variables demográficas, renta y patrimonio de las familias, precios de la vivienda, financiación, fiscalidad y expectativas. Todo ello significa que la demanda de viviendas depende de la renta y riqueza de las familias, del número de hogares, de la rentabilidad alternativa de otros activos y de la rentabilidad de la propia ganancia, reflejado en la cuantía de los alquileres y en las expectativas de revalorización del inmueble.

El stock y la oferta de viviendas son relativamente fijos a corto plazo. Por tanto, es controlada por la demanda que refleja las rentas, expectativas de renta, costes y disponibilidad de financiación. A largo plazo la demanda de viviendas depende del tamaño de la población, su distribución por edades y los precios relativos de los servicios de viviendas. La oferta está relacionada con los precios y cantidades del suelo y otros *input* para su construcción.

Dentro de la ciudad, la vivienda debe competir con otro tipo de usos. De este juego aparece la localización de los usos residenciales. De acuerdo con Parry Lewis (1984) dentro de las decisiones de localización tenemos: Comercio al por menor, comercio al por mayor, oficinas, otros usos no residenciales —aeropuertos, parques, etc.— y usos residenciales.

Centrándonos en los usos residenciales, cuando una familia elige la localización de su vivienda busca una serie de factores que podemos agrupar en: primero, características del albergue, como tamaño, diseño y calidades de la vivienda; segundo, factores ambientales, como vistas, ruido o contaminación; y tercero, factores de accesibilidad a determinados lugares, como, por ejemplo, el centro de trabajo.

Hirsch (1997, pág. 83-90) recoge tres modelos de decisiones de localización de la residencia:

- 1- Modelo de utilización del suelo de Von Thünen: Su adaptación a los modelos urbanos implicaría un centro de la ciudad —donde se reúne la vida comercial— con una característica: punto de mayor accesibilidad así que las personas localizadas en él gozan de bajos costes de transporte. Las personas se irán situando en círculos concéntricos alrededor del centro de la ciudad de acuerdo con sus costes de transporte y sus necesidades de espacio — m^2 de la vivienda—.

-
- 2- Modelo basado en la renta elaborado por Park-Burgess: Las viviendas en las ciudades tienden a localizarse en zonas concéntricas, con las familias más ricas viviendo en las zonas más distantes y las más pobres en las cercanas. Las personas con rentas altas quieren viviendas nuevas con un número determinado de metros cuadrados.

 - 3- Modelo basado en la restricción presupuestaria de Alonso y Muth: El proceso de selección de localización es un proceso de maximización de la utilidad condicionado por la renta. Las teorías se diferencian en las formas de las funciones de utilidad y de renta: En el modelo de Alonso, el individuo se enfrenta a la tarea de determinar la localización y la cantidad de suelo que maximizará su utilidad dada la restricción de su renta; el enfoque de Muth se basa en que incluye en el concepto de elección de la vivienda, además de la renta, otros servicios como la tierra, el tamaño de la estructura o el valor de la vivienda.

La demanda en el análisis económico no espacial de la vivienda se rige por tres factores: ingresos, factores demográficos y precio del dinero. Los ingresos suponen que una reducción de la renta del arrendatario implicaría, generalmente, buscar una vivienda más barata; sin embargo, un aumento de su renta no implicaría buscar una vivienda mejor con la excepción que el aumento fuese permanente. En este caso además de implicar un cambio a una vivienda mejor, el camino se dirige hacia la compra de una vivienda.

Los factores demográficos también influyen en el análisis económico y, así, tenemos los siguientes puntos: número de familias y tamaño, creación de familias nuevas, desaparición de familias —por ejemplo, ancianos— e inmigración. Estos factores demográficos, junto a los económicos, generan ciclos en la industria de la construcción y en el desarrollo urbano que abarcan un periodo temporal aproximado de veinte años.

El precio del dinero es un factor fundamental en la demanda de viviendas. Si el precio del dinero baja se produce un aumento de la demanda, y viceversa.

El análisis del mercado de la vivienda es parte fundamental del desarrollo de la economía urbana de una ciudad. Así, como consecuencia de importantes crecimientos en el precio de la vivienda, y su alto porcentaje en la renta familiar, se está produciendo entre los investigadores en la materia un interesante debate sobre las causas de este pernicioso proceso, y de las políticas a aplicar en virtud de mejorar el estado del bienestar colectivo.

En los últimos años, se produce un replanteo de los trabajos de S. Rosen (1974) emergiendo el concepto de vivienda como un conjunto de atributos por los cuales se diferencia, haciendo que unidades de igual precio sean contempladas por oferentes y demandantes como sustancialmente diferentes. En nuestro trabajo se introduce la

metodología hedónica como herramienta de análisis del precio de un bien, en función de sus características, a través de la estimación de los precios implícitos.

Debido al fuerte desarrollo de la inteligencia artificial, surgen los sistemas de redes neuronales como alternativa a los métodos estadísticos de modelización. Basándose en los mismos, el objeto del presente trabajo es desarrollar una estructura del tipo *perceptrón multicapa* como herramienta de predicción del precio del bien vivienda. La comparación con los resultados obtenidos utilizando la metodología hedónica muestra unas ventajas prácticas que se resumen en una mejora en la precisión de las valoraciones.

Para su desarrollo, el presente trabajo se estructurará en los siguientes capítulos:

Un primer capítulo donde se analiza el mercado de la vivienda, la evolución del sector de la vivienda, y las características especiales que condicionan dicho mercado. Se completará este capítulo con los criterios de valoración inmobiliaria realizados por parte de la gerencia territorial del catastro de la ciudad de Melilla.

Un segundo capítulo en el que se describen los métodos estadísticos y econométricos utilizados en el análisis del mercado de la vivienda. Primeramente se expondrán los diferentes enfoques de consideración del bien vivienda, y seguidamente se analizarán los métodos que se han generado con el intento de modelizar el precio de dicho bien, y se desarrollan los métodos tradicionales, comenzando por el desarrollo de

la metodología hedónica como la herramienta tradicionalmente utilizada para analizar el mercado inmobiliario. En este capítulo se describen los postulados enunciados por Rosen, así como las variantes obtenidas a partir del modelo hedónico original. Posteriormente se propone la utilización de sistemas neuronales artificiales como novedad para este tipo de análisis, que permita mejorar las estimaciones obtenidas a partir de dichos métodos tradicionales. Así, se realiza un conciso estudio sobre la conocida red perceptrón multicapa como herramienta de predicción del precio del bien vivienda.

En el tercer capítulo, se hace un detallado análisis de la información recogida a partir del trabajo de campo, se analiza la encuesta y se procede a la descripción de la muestra obtenida, realizando el análisis estadístico de la información recogida. Posteriormente se analizarán los mecanismos utilizados para la obtención de los indicadores sintéticos aritméticos que permitan tratar información obtenida a través de variables cualitativas.

En el cuarto capítulo, se analizan las características y determinantes del precio de la vivienda, comenzando con el análisis de la características del mercado, viendo la necesidad y demanda de viviendas así como la demanda de sus características. En este capítulo se hace una estimación del precio de la vivienda mediante modelos hedónicos, así como una estimación por redes neuronales artificiales, concluyendo con una comparación de los resultados obtenidos.

El quinto capítulo contiene las conclusiones, recopilando los resultados más importantes que han sido obtenidos en el presente trabajo.

CAPÍTULO 1

MERCADO DE LA VIVIENDA

1.1.- EVOLUCIÓN DEL MERCADO DE LA VIVIENDA

Para analizar el mercado de la vivienda hay que tener en cuenta que España es uno de los países europeos que registra uno de los porcentajes más elevados de vivienda en propiedad, el 85%, aproximadamente. Ello se debe a las distintas políticas de vivienda adoptadas desde los años sesenta, cuando las autoridades tuvieron que hacer frente al gran número de inmigrantes que se trasladó de la España rural a la urbana. A lo largo de esa década, los sucesivos gobiernos decidieron subvencionar la vivienda mediante subsidios a los tipos de interés de los préstamos para compra de vivienda, en lugar de subvencionar los alquileres, y esta política se ha mantenido sin cambios fundamentales hasta la actualidad.

El sector de la construcción a finales de los años sesenta y principio de los setenta desarrolló una intensa actividad para poder dar alojamiento a los inmigrantes. En la actualidad, el peso de la vivienda nueva sigue siendo muy notable. La proporción de la construcción residencial en la construcción total es la más elevada de los países de la OCDE¹. Además, el número de segundas residencias se ha incrementado considerablemente. Comprensiblemente, los españoles se han acostumbrado, en cierto modo, a la continua construcción de nuevas viviendas e incluso han desarrollado una preferencia por la vivienda nueva.

¹ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

En España, y en particular en Melilla, la vivienda nueva por lo general se produce por medio de constructores y promotores que compran los terrenos, construyen la vivienda y ponen el producto terminado a la venta. Una promoción puede tomar la forma de uno o varios bloques de pisos o de varias casas, con unos niveles de calidad similares, que se construyen juntos en el mismo lugar. Pueden compartir determinadas instalaciones, como el garaje o el jardín. La venta de viviendas suele comenzar en el lugar en que se va a construir la promoción antes de que se inicien las obras y continúa hasta que se venden todas las viviendas. Por lo tanto, una promoción está en el mercado durante un largo período, de 18 a 24 meses en promedio. Normalmente, en cada promoción, hay viviendas de distintos tamaños. Los posibles compradores visitan las promociones y recogen información directamente, en lugar de utilizar las agencias inmobiliarias.

En Melilla no fue hasta finales de los años ochenta cuando se produjo el desarrollo en el sector inmobiliario. Para analizar el mercado de la vivienda en la ciudad de Melilla, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones propias de la ciudad, como situación geográfica, estructura territorial, planeamiento urbanístico y situación socioeconómica.

A finales de los ochenta y principio de los noventa en Melilla se inicia una importante actividad inmobiliaria, se construyen barrios y bloques de viviendas como los de "la Constitución", "Rusadir", "Averroes", "Cañada", "Tiro", etc., grupos de casas unifamiliares pareadas y adosadas en Carretera de Farhana, Carretera Alfonso XIII, etc.,

se comienza la construcción de viviendas nuevas, se hacen remodelaciones y ampliaciones de viviendas en los distintos barrios y casas del centro de la ciudad.

La demanda general de vivienda existente es muy superior a la oferta de vivienda. El mercado en los noventa estaba desequilibrado, es decir, no se corresponde aún la oferta con la demanda al objeto de lograr el adecuado y necesario equilibrio en el mercado que evitaría la especulación y encarecimiento del producto vivienda.

El mercado puede afirmarse que está en expansión. En comparación con la rara o nula actividad constructiva de años anteriores y su crítico estancamiento, el sector de la construcción de viviendas, en los últimos diez años, ha venido experimentando un crecimiento y auge que, comparado con las anteriores décadas, resulta altamente positivo. No obstante, en términos de mercado, se considera que la actual oferta de vivienda no satisface la demanda real existente.

Como factores determinantes de la evolución al alza de los precios en venta y en alquiler de los últimos años hay que señalar:

- a) El crecimiento de la demanda de vivienda en un mercado de oferta rígida.

Este efecto, a su vez, aparece influido por otros como:

- La situación geográfica.
- Escasez de suelo.

-
- Limitada población.
 - Encarecimiento de los materiales de construcción.
 - Mayor coste de los transportes.
 - Escasa mano de obra especializada con su correlativo encarecimiento al tener que contratar personal llegado de la Península, etc.
- b) La inexistencia de oferta a precios de mercado asequibles en régimen de alquiler.
- c) Las tensiones creadas por la escasez y la especulación del suelo.
- d) El aumento de la capacidad adquisitiva de la población debido a la recuperación económica.

Además de estas causas o características más importantes que definen la realidad melillense en este aspecto, quizás la que ha representado mayor incidencia en la elevación de los precios de los inmuebles, después de la escasez de la oferta, ha sido el poco suelo liberado, ya que la ciudad de Melilla cuenta solamente con 12 kilómetros cuadrados, además en Melilla no se le da entrada a nuevos agentes inversores extranjeros (Marruecos) que transformen el sector inmobiliario.

Las consecuencias de esta falta de inversiones y el alto coste del dinero, ya en parte corregido, disparó los precios de todo tipo de inmuebles, arrastrando con su influjo a las viviendas destinadas a los niveles de renta más bajos. Es por esta razón que se advierte la necesidad de conectar entre sí las políticas estatal y autonómico-local, poniendo en práctica la colaboración entre instituciones prevenida en la propia Ley, para conseguir un objetivo común y encontrar vías de utilización de los recursos, más acordes con el interés general, y muy especialmente dirigidas a los grupos sociales de menor nivel de renta (nuevas políticas de vivienda, suelo y dinero).

1.2.- CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DE LA VIVIENDA

El mercado de la vivienda tiene repercusiones tanto sociales como económicas, la vivienda es un bien de carácter necesario y se constituye en uno de los principales retos tanto para las autoridades públicas como para los ciudadanos en general. La vivienda puede considerarse como un bien homogéneo, por lo que no se tienen en cuenta ninguna de sus características específicas, o como un bien heterogéneo.

El primer supuesto, es bastante restrictivo, pues existen grandes variaciones entre distintas viviendas, tanto en tamaño como tipo de construcción y otras características. Sin embargo, permite estudiar el mercado y en particular la demanda de la vivienda de una forma bastante simplificada y con resultados bastante acordes con la realidad¹. Para poder estudiar el mercado de vivienda como uno en el que se compra y vende un producto homogéneo se introduce un ente teórico inobservable llamado *servicio de vivienda*. Cada unidad de vivienda se presume que produce alguna cantidad de este bien durante cada período de tiempo. Se supone que es lo único en una unidad de vivienda a lo que el consumidor concede valor. Además, los mercados de capitales son perfectos, no hay impuestos y los mercados de activos están en equilibrio. No se realizan consideraciones ni sobre espacio ni sobre tiempo.

Consecuentemente, en este planteamiento no hay distinción entre calidad y cantidad de vivienda. Se define la cantidad de servicios de vivienda como el promedio ponderado de espacio, calefacción, nivel de mantenimiento, cercanía al trabajo y todas las otras cosas suministradas por el activo de capital denominado stock de vivienda.

Puesto que los servicios de vivienda son un ente inobservable e imposible de medir, los estudios empíricos realizan distintas aproximaciones a la medición de esta variable, desarrollando unos modelos estáticos de demanda de viviendas. Luego se supone que en el equilibrio el precio por unidad de servicios es el mismo en cada

¹ Mulh (1960), Olsen (1969), Jaén G., (1994)

vivienda. Este análisis parte del supuesto poco realista de que el consumidor es indiferente entre viviendas del mismo precio independientemente de sus características, ya que en el equilibrio a largo plazo todas las viviendas de igual precio producen la misma cantidad de servicios de vivienda. Sin embargo, es improbable que el consumidor sea indiferente, por ejemplo, entre una vivienda con cuatro habitaciones a las afueras de la ciudad o una vivienda en el centro con dos habitaciones².

En segundo lugar se considera la heterogeneidad de la vivienda. De forma que la unidad de vivienda es conceptualizada como una cesta de características individuales que contribuyen a la provisión de uno o más servicios de vivienda. Este análisis se fundamenta en lo que se conoce como la nueva teoría del consumidor,³ según la cual la utilidad no se deriva directamente de los bienes sino de las características que poseen. La aplicación más inmediata de esta teoría es el llamado método de precios hedónicos⁴.

La heterogeneidad de la vivienda ha sido uno de los temas más analizados en la literatura urbana. En este sentido, en los últimos años, se plantea una reestructuración del análisis clásico bajo el supuesto de que la vivienda es un bien que responde a las fuerzas del mercado, y que no manifiesta en ningún caso la homogeneidad definida por los modelos de Olsen (1969). En el modelo de Olsen, la vivienda puede asimilarse a una característica homogénea, i.e. los servicios de la vivienda, que se intercambian en el mercado⁵.

A tenor de ello se ha desarrollado una extensa literatura⁶ en economía urbana, con especial énfasis en las particularidades del mercado de la vivienda y del propio bien, requiriendo la revisión de los modelos clásicos. Entre dichas particularidades se pueden destacar las siguientes:

² Witte, Sumka Erekson (1979)

³ Lancaster (1966)

⁴ Rosen (1974)

⁵ Caridad, J.M. (1997)

⁶ Rothenberg (1978), Quigley (1985), Stahl (1985), Arnott (1987), Smith et al. (1988), Saura (1995).

- 1.- La necesidad, en tanto en cuanto la vivienda satisface una necesidad humana básica, el resguardo.
- 2.- La importancia, ya que para la mayoría de las personas la vivienda constituye el gasto en consumo más importante, y la decisión de inversión de mayor relevancia de todo su ciclo vital⁷.
- 3.- La durabilidad, puesto que de entre las mercancías “relevantes”, la vivienda es quizá la más duradera. Así con frecuencia el flujo de inversión por periodo de tiempo no supera el 5 % del stock del capital existente⁸. De un modo análogo, la durabilidad implica que existen límites bastantes estrechos a la tasa de desinversión en las construcciones existentes.
- 4.- La fuerte fijación, haciendo referencia al marcado carácter espacial que posee este bien. Dificilmente, y en casos verdaderamente anómalos, la vivienda puede ser transportada a unos costes razonables⁹.
- 5.- La indivisibilidad, pues las economías domésticas no mezclan de forma típica fracciones de unidades de vivienda.
- 6.- La heterogeneidad. La vivienda es un bien que posee un conjunto de atributos que diferencian una unidad respecto a otra –por tanto no se puede tratar como un bien homogéneo– por lo cual, a diferencia de otros bienes, es imposible encontrar un solo bien en las exactas condiciones que otro¹⁰. Así mismo, las críticas al *modelo de Olsen*¹¹, porque su aplicación llevaba a conclusiones empíricas poco contrastadas, tales como que, en el equilibrio, los bienes del mismo son sustitutos

⁷ Ando, Brumberg y Modigliani (1954, 1963)

⁸ El caso español es aún más grave que los demás, ya que para un stock existente aproximado de 14 millones de viviendas, los años en que la economía está en alza, se producen unas 300.000 viviendas, mientras que en los de crisis apenas se llegan a las 150.000, de modo que el incremento anual se puede aproximar a un 1%, (G^aDurán, 1994).

⁹ López (1992), Pérez (1993).

¹⁰ Cubbin (1973)

perfectos, ya que satisfacen por igual las preferencias de los agentes, revelaban que cualquier estudio de la vivienda tenía que tener en cuenta el marcado carácter heterogéneo de dicho bien, ya que unidades con el mismo precio de mercado pueden ser contempladas por oferentes y demandantes como sustancialmente diferentes.

- 7.- El alto coste de construcción, que posibilita un amplio mercado de alquileres y que a su vez hace que la vivienda se constituya como un atractivo instrumento de acumulación de riqueza.
- 8.- Altas necesidades de financiación, que se ven atendidas por un mercado de capitales imperfecto, con fuertes barreras de entrada, y especialmente de salida.
- 9.- Estrechez del mercado, en el sentido de que tanto las unidades de vivienda como las unidades domésticas se hallan dispersas en el espacio de las características, de modo que las posibilidades de elección tanto de consumidores como de oferentes son escasas. Lo que motiva que exista un fuerte incentivo a la modificación de la vivienda que se adquiere, por medio de la combinación de la unidad de vivienda con dinero y enseres personales. Por ello, el tiempo y el dinero del demandante de vivienda constituyen de forma típica *inputs* importantes en la producción de servicios de la vivienda¹².
- 10.- Existencias de asimetrías en la información, sobre todo por parte de los consumidores. En primer lugar, los oferentes no tienen verdaderas curvas de oferta para cada factor, ya que son consecuencia de múltiples decisiones que van más allá de las de un agente particular¹³. En segundo lugar, los demandantes no parece que conozcan, con precisión, su curva de preferencias y, menos aún, las

¹¹ Witte et al.(1979)

¹² Lopez, (1992)

¹³ Rosen (1969)

variaciones de éstas ante alteraciones de cualquiera de los atributos¹⁴. Por todo ello, al ser un mercado de información imperfecta, se puede decir que el demandante sólo alcanza una solución subóptima y que el oferente no sigue una conducta óptima, sino simplemente satisfactoria¹⁵.

- 11.- Importantes costes de transacción, asociados a búsqueda y mudanza, así como a los de la propia transacción. Estas afectan tanto al mercado de venta como al de alquiler, aunque con distinta intensidad. En principio es más fácil mudarse de una vivienda alquilada que de una propia, pero los costes de mudanza limitan esta posibilidad¹⁶. Sin embargo, en el caso de compra, no parece ser una variable decisiva al poder subsumirse en el precio total de la vivienda.
- 12.- La práctica ausencia de mercados de futuros y seguros relevantes.
- 13.- Existencia de variables externas positivas y negativas difíciles de incluir¹⁷. Más allá de las características básicas de una vivienda, se puede encontrar la existencia de factores de difícil medición, como es la demanda de calidad¹⁸, y sobre todo cómo es su variación en el tiempo y en el espacio. Problemas aún más severos se observan en la internalización de factores como el vecindario¹⁹, en particular, se plantea el problema del fuerte carácter racial de los barrios, y cómo esto afecta a la función de demanda de los no residentes²⁰.
- 14.- Creciente intervención de la autoridad pública en este mercado en los últimos años. Esta se lleva a cabo con la intención, en primer lugar, de suavizar su carácter inherentemente inestable, ya que fluctúa siempre por encima y por debajo de la

¹⁴ Wilkinson & Archer, (1973).

¹⁵ Kim, (1992)

¹⁶ Azqueta, (1994)

¹⁷ Witte et al., (1979)

¹⁸ King, (1976)

¹⁹ Schafer et al., (1975)

²⁰ Kain & Quigley, (1975)

tasa de crecimiento, no mejorando las necesidades de vivienda del país. Además, ha formado parte de las políticas sociales ofertadas por los gobiernos europeos de la década de los ochenta, que trataban de aumentar el número de propietarios²¹. En cualquier caso, es innegable la repercusión de esta actuación sobre los precios²². Y en segundo lugar, la intención del gobierno de impulsar la demanda agregada, para animar la economía²³. De todo ello, véase como ejemplo la promoción de un total de 1.636.094 viviendas en UK, entre 1980 y 1994, por parte de su gobierno. Siendo la intervención tan pronunciada que ha llegado a plantearse si existe un mercado de vivienda²⁴.

- 15.- Existencia de no convexidades en la función de producción de viviendas, lo que conlleva a una nueva negación de los supuestos básicos²⁵.

Muchos de los bienes habituales contienen en cierto grado algunas de estas características, pero solo en la vivienda se encuentran todas ellas de un modo tan pronunciado, lo que hace de ella un bien extremadamente particular.

Todas ellas, y alguna más, contribuyen a la existencia de rigideces en el mercado y a que los precios no asignen eficiente ni equitativamente los recursos²⁶, haciendo necesaria en muchos casos la intervención pública²⁷.

A la vista de todo lo expuesto, se puede resumir que el mercado de vivienda se encuentra alejado de los supuestos de competencia perfecta, como pretendían los clásicos. Por ello, no es extraño que parte de los nuevos intentos de modelización se estén desarrollando en el ámbito de la teoría de juegos, ya que este mercado parece responder con mayor proximidad a la competencia imperfecta.

²¹ Forrest et al. (1994), Malpass et al., (1990)

²² Rothenberg, (1967)

²³ Clapham, (1996)

²⁴ Wilcox, (1995)

²⁵ Pérez, (1993)

²⁶ Saura, (1995)

²⁷ López, (1992)

1.3.- ANTECEDENTES EN PROBLEMAS DE VALORACIÓN

El conocimiento de las técnicas de valoración más utilizadas en todo el mundo es un tema de gran importancia ante el aumento de las inversiones inmobiliarias.

Los servicios de valoración inmobiliaria son demandados por numerosos agentes: compañías de seguros, fondos de inversión inmobiliaria, gestores y promotores inmobiliarios, entidades financieras, etc.

La valoración de inmuebles es un de los temas que trata la economía urbana.

Para las entidades financieras que operan en el mercado hipotecario, la falta de conocimiento de las técnicas de valoración y de los requisitos exigibles puede suponer un gran riesgo en la valoración del inmueble que sirve de garantía a los préstamos.

En la valoración inmobiliaria son diferentes los conceptos utilizados, los distintos tipos más reconocidos se pueden resumir en:

- Valor hipotecario: Utilizado para las tasaciones hipotecadas.
- Valor de mercado: Utilizado para las operaciones de compraventa y que en muchos países, como España, es el que fundamenta las tasaciones hipotecarias.
- Valor de reposición: Utilizado por las compañías de seguros.
- Valor de ejecución: Utilizado en la ejecución judicial.

Existen otras valoraciones que, dado su carácter especial, requieren otros métodos alternativos.

En el entorno inmobiliario e hipotecario, los valores hipotecados y los valores de mercado son los dos enfoques alternativos utilizados.

El valor hipotecado de un bien inmueble es el que se establece en el momento de la tasación, basado en las tendencias a largo plazo observadas en el mercado inmobiliario y que supongan un valor de la propiedad razonable en relación con la duración de la hipoteca. Este enfoque trata de encontrar un valor del inmueble que sea consistente con el largo plazo.

El valor de mercado de un bien inmueble en el momento de la tasación es el valor que estaría dispuesto a pagar el comprador y a aceptar el vendedor por el inmueble.

En suma, el valor hipotecado se obtiene mediante el análisis estricto del valor actual de los ingresos esperados por el bien inmueble en el largo plazo. El valor de mercado se basa en las condiciones del mercado existentes en el momento de la valoración.

Para calcular el valor de mercado, son varios los métodos utilizados en la mayoría de los países. Los más importantes métodos de valoración se pueden concretar en tres:

- El método de comparación: Está basado en el principio de sustitución, el valor de un inmueble es equivalente al de otro de las mismas condiciones y características. Con este método, el valor de un inmueble se obtiene a partir de los precios de inmuebles similares que hayan sido objeto de una transacción reciente en la misma área. Un elemento esencial para la aplicación de este método es la existencia de un número mínimo de transacciones con las que poder comparar el inmueble objeto de la tasación. Este método es muy utilizado en la valoración de viviendas, puesto que hay un gran número de transacciones y muchas viviendas son similares.

- El método de capitalización: Se apoya en el principio de anticipación, el valor de un inmueble dependerá de las rentas que el inmueble genera. El precio del bien se estima a partir del valor actual de las rentas futuras que se obtendrán del inmueble, normalmente mediante alquileres. Este tipo de valoración se realiza para inmuebles destinados al alquiler, principalmente oficinas y comercios.
- El método de reposición parte de los costes de construcción en los que se incurriría para edificar un inmueble similar al valorado. Este método es utilizado para valorar bienes inmuebles que posean características singulares que hacen que sean difíciles de valorar en el mercado.

A estos métodos se puede añadir el residual, para la valoración de terrenos susceptibles de ser utilizados para una edificación. Con este método, se parte del valor de mercado de un inmueble del que se deducen los costes de construcción y de promoción para obtener, de este modo, el precio del solar soporte de la edificación.

En algunos países, la existencia de un marco regulador y de ciertos requisitos exigidos por los bancos centrales determinan el tipo de valoraciones que son aceptadas para calcular el valor de las garantías hipotecarias. En varios países de la Unión Europea, la utilización del valor de mercado o el valor hipotecado como concepto básico en la tasación de los bienes inmuebles se debe a motivos históricos.

En España, es el Ministerio de Economía el que vela por la normativa y la buena práctica de la tasación, y el Banco de España establece las condiciones en las que esta debe desarrollarse.

Es cada vez mayor la demanda de información precisa y actualizada acerca del precio de las viviendas y su evolución, debido fundamentalmente a la creciente expansión del mercado de las hipotecas y de los activos financieros respaldados por

ellas. A medida que crece el mercado inmobiliario, nuevos agentes económicos se van incorporando al sector, involucrándose directamente en la evolución del mercado inmobiliario y en los valores que van tomando las propiedades en el tiempo. En este sentido, el conocimiento y la correcta predicción de la valuación de los inmuebles adquieren una especial relevancia, dado que las fluctuaciones en sus precios pueden llegar a afectar considerablemente a la riqueza de los hogares y de los inversores en el sector.

La existencia de métodos estadísticos y econométricos es fundamental para la mejor estimación de precios de viviendas, y para la correcta evaluación de los proyectos constructivos.

Para la definición de los factores que influyen en el precio de las viviendas se han utilizado los métodos econométricos de valoración. Con estos métodos se pretende estimar un valor, en este caso valor de oferta V , expresándolo como una variable endógena que es función de un conjunto de variables exógenas (variables o características X_1, X_2, \dots, X_n) cuya relación se establece mediante el empleo de análisis de regresión.

$$V = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Si bien el fundamento de los métodos econométricos es idéntico al de los métodos sintéticos clásicos, que se basan en la estimación del valor de una vivienda mediante la comparación con otras viviendas similares cuyos valores se conocen, tomando como criterio de comparación una o varias variables o características conocidas, su diferencia fundamental estriba en que permiten manejar un volumen elevado de observaciones.

Para ello se crea una matriz de datos inicial que contiene, para cada vivienda, el precio de oferta y todas las variables definidas anteriormente.

A continuación, con la ayuda de las técnicas de análisis de correlación, análisis factorial, regresión lineal múltiple, etc. se determinan, de entre todas las variables analizadas, aquellas que definen mejor la variable precio. Finalmente, se obtiene por regresión una función que predice el valor de mercado de una vivienda determinada, en función de las variables seleccionadas anteriormente.

También se han realizado agrupaciones mediante *clusters* de las poblaciones en función de algunas de las variables de estudio, tales como renta, número de habitantes, valor de localización o distancia al mar, para determinar qué variables son las que agrupan los precios de las viviendas urbanas de una forma más homogénea, y permiten encontrar modelos que estimen el valor de las viviendas de forma más precisa.

1.4.- CRITERIOS DE VALORACIÓN CATASTRAL¹

1.4.1.- CRITERIOS DE COORDINACIÓN

La Ley 39/1988, de 28 de diciembre, Reguladora de las Haciendas Locales, establece en el art. 70.2 que las Ponencias de Valores del Suelo y de la Construcción y de sus índices correctores se deberán ajustar a las directrices fijadas para la coordinación nacional de valores. Así mismo las Normas Técnicas de Valoración que fueron aprobadas por el Real Decreto 1.020/1993, de 25 de junio, en su norma 21 establece el procedimiento de coordinación. Este proceso fue realizado durante los años 1993-1994; pero dado que por la Orden Ministerial de 24 de enero de 1995 fue aprobado un nuevo módulo de valor "M" para la determinación de los valores del suelo y de la construcción de los bienes inmuebles de naturaleza urbana en las valoraciones catastrales, la Comisión Superior de Coordinación Inmobiliaria Urbana en su sesión de 4 de abril de 1995 adoptó los Criterios-Marco de Coordinación resultando de aquel proceso el nuevo módulo (M) que ha quedado fijado en 93.000 pta/m².

De acuerdo con la norma 21.1 las Juntas Técnicas Territoriales de Coordinación Inmobiliaria Urbana (J.T.T.C.I.U.) realizarán una delimitación de áreas económicas homogéneas del suelo y de las construcciones, identificadas por un módulo básico de repercusión de suelo (MBR) y por un módulo básico de construcción (MBC), además de un intervalo de valores de suelo por unitario (VU).

La J.T.T.C.I.U. de Andalucía en sesión de 17 de abril de 1995 aprobó la propuesta de asignación de MBR y de MBC a todos los municipios de su ámbito, en extensión de la adaptación de la Comisión Superior a la que ya se ha hecho referencia.

Basándose en los acuerdos anteriormente descritos y para la ciudad de Melilla, se establecieron como módulos:

¹ Gerencia Territorial del Catastro

MBR-4: 19.500 pta/m²

MBC-2: 55.800 pta/m².

VU-4 : Valor máximo entre 9.300 pta./m² y 16.740 pta./m², para las valoraciones de suelo por unitario cuando no hay valor de repercusión de suelo y con los que se valoran las viviendas unifamiliares aisladas.

Así mismo la J.T.T.C.I.U. en la misma sesión estableció los máximos coeficientes de banda que pueden alcanzar los valores de repercusión de los distintos usos dentro de la ponencia.

1.4.2.- CRITERIOS DE VALORACIÓN

Una vez realizada la delimitación de suelo de naturaleza urbana se ha procedido a su división en polígonos de valoración atendiendo a los siguientes criterios:

- a.- Coherencia urbanística, tanto del punto de vista de calificación de suelo como de la tipología de las construcciones.
- b.- Circunstancias administrativas que hicieran aconsejable su definición.
- c.- Valores homogéneos de los productos inmobiliarios.
- d.- Circunstancias sociales, normalmente deterioradas, que afectan de manera importante a los precios inmobiliarios.

Al tratarse de un municipio cuyo planeamiento está adaptado al texto refundido de la Ley sobre Régimen de Suelo y Ordenación Urbana de 26 de junio de 1992, se han hecho coincidir las distintas áreas de reparto definidas en el Plan general de ordenación urbana con los polígonos de valoración, basados, fundamentalmente, en la coincidencia

existente entre los límites definidos por el valor homogéneo observado en el mercado y los límites de las áreas de reparto. De igual forma, existe similitud entre ambas en lo referente a:

- División en polígonos con preponderancia de viviendas unifamiliares, plurifamiliares y las que tienen uso de equipamiento, industrial, etc.
- División en polígonos manteniendo preferentemente la estructura de la propiedad.
- División en polígonos teniendo en cuenta la existencia de barrios reconocibles y con permanencia histórica.

La norma 3 del Real Decreto 1.020/1993, de 25 de junio, define la metodología general para el cálculo del valor catastral.

Se tomará como referencia el valor de mercado, sin que en ningún caso pueda exceder de este.

El valor de mercado resultante del estudio de mercado, servirá de base para determinar los valores en polígono, calle o tramo de calle, zona o paraje a que hace referencia la Norma 8, así como el ámbito de aplicación del coeficiente N de la norma 14.

El valor catastral de los bienes de naturaleza urbana estará integrado por el valor del suelo y el de las construcciones, si las hubiera.

La expresión establecida en la norma 16 del citado Real Decreto recoge todos los factores que intervienen en la formación del valor del producto inmobiliario y sirve de base para la formación del valor catastral:

$$V_v = 1,4 \times (VR + VC) \times FL$$

Siendo el valor catastral = $V_v \times R_m$

donde:

V_v = Valor en venta del producto inmobiliario en pta/m² construido.

VR = Valor de repercusión de suelo en pta/m² construido.

VC = Valor de la construcción en pta/m² construido.

FL = Factor de localización que evalúa las diferencias de valor de productos inmobiliarios análogos por su ubicación, características constructivas y circunstancias socioeconómicas de carácter local que afectan a la producción inmobiliaria.

R_m = Referencia de mercado fijada actualmente por Resolución del Secretario de Estado de Hacienda de 15 de enero de 1993 (B.O.E. núm. 23 de 27 de enero de 1993), con un valor igual a 0,5.

1,4 = Factor que evalúa los gastos y beneficios de una promoción inmobiliaria.

Se ha detectado que el factor 1,4, como evaluación de los gastos y beneficios de la promoción inmobiliaria, no se corresponde con la realidad de determinados mercados. Para poder adecuar la valoración catastral a esa realidad se define el factor K como el producto del FL x 1,4, como componente de gastos y beneficios de la promoción inmobiliaria, resultando la siguiente expresión:

$$V_v = K (VR + VC)$$

El factor de localización, FL, tras el análisis económico realizado en el estudio de mercado del término municipal de Melilla, es FL=1 para todos los usos y polígonos. Por lo tanto se considera un factor K=1.4 para todo el ámbito de la ponencia.

- Para suelo con edificación:

$$\text{Valor catastral} = R_m \times (VR + VC) \times 1.4$$

- Para suelo vacante, en el que no existen beneficios ni gastos:

$$\text{Valor catastral} = R_m \times VR$$

A los efectos de metodología de valoración se definen las siguientes clases de valores de suelo de acuerdo con la norma 8 del Real Decreto 1.020/1993 de 25 de junio:

- Valores en polígono.
- Valores de calle, tramo de calle, zonas.
- Valores en parcela.

A su vez, para estas tres clases de valores del suelo, los tipos de valor que se utilizarán son básicamente dos.

1.- Valor de repercusión: Definido en pesetas por metro cuadrado de construcción, y,

2.- Valor unitario: Definido en pesetas por metro cuadrado de suelo. Se obtiene a partir de los valores de repercusión por aplicación de la siguiente fórmula de la norma 9.3. del Real Decreto 1.020/1993:

$$VU = VR_i \times E_i$$

donde,

VU = Valor unitario de suelo en pta./m² de suelo.

VR_i = Valores de repercusión diferenciados por usos, en pta./m² construido.

E_i = Edificabilidades diferenciadas por usos, en metros cuadrados de construcción/m² de suelo.

Cuando no existan valores de repercusión, se fijará el valor unitario en función de las circunstancias urbanísticas, de mercado u otras características del suelo. Es decir, éste sería un valor unitario de suelo que no esté relacionado directamente con la repercusión ni con el aprovechamiento que se pueda obtener de cada parcela.

CAPÍTULO 2

**MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y ECONOMÉTRICOS
UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DEL MERCADO DE LA
VIVIENDA**

2.1.- ESTUDIOS ESTADÍSTICOS.

En este capítulo se lleva a cabo la revisión de parte de los estudios estadísticos y econométricos así como las aportaciones realizadas en el ámbito de la teoría económica en el análisis del mercado de la vivienda.

Los estudios sobre el mercado de la vivienda presentan un notable interés, puesto que este es un sector muy importante en la economía de cualquier país. La producción y el mantenimiento de la vivienda constituyen un importante segmento del sector productivo de la economía.

Un análisis sobre la demanda de vivienda puede plantearse desde distintos puntos de vista, según sea el objetivo perseguido. Una posible línea de trabajo es el estudio de las características propias del mercado de la vivienda, tal como la relación precio-calidad de las viviendas o los tipos de vivienda que están en el mercado. Otra posibilidad es plantear un análisis en el nivel del propio hogar o familia que toma decisiones acerca de la vivienda.

En la literatura econométrica hay un amplio sector dedicado a la vivienda. Varios trabajos como los de Kain y Quigley (1972), Li (1977) o Henderson e Ioannides (1983) analizan las características sociodemográficas y económicas que determinan la decisión de comprar de la vivienda.

Otros estudios se centran en el análisis conjunto de la elección del régimen de tenencia y el gasto en servicios de vivienda en diferentes países: Lee y Trost (1978), Rosen (1979), King (1980) o Henderson e Ioannides (1986). En España, Jaén y Molina (1994) realizan este estudio con los datos de la EPF¹ 1980/81 para la Comunidad de Andalucía.

¹ Encuesta de Presupuestos Familiares.

Hay también publicaciones que analizan otros aspectos de la vivienda, como Rosenthal (1988) que estudia el tiempo de permanencia en la vivienda, Blackley y Ondrich (1988) que plantean un modelo para la demanda de calidad, tamaño y distancia de la vivienda al centro de la ciudad o Gabriel y Rosenthal (1989) que analizan la elección de la localización de la vivienda entre diferentes áreas residenciales.

Duce (1995) realiza un trabajo sobre el mercado de la vivienda en España. En éste se plantea un modelo de elección del régimen de tenencia con cuatro alternativas con racionamiento en dos de ellas (viviendas de protección oficial y alquileres de renta antigua).

Börsch-Supan y Pitkin (1988) analizan la elección conjunta del régimen de tenencia, el tipo de vivienda (unifamiliar o colectiva) y el número de habitaciones de la vivienda para los hogares de la ciudad de Nueva York.

En España la estructura del mercado de la vivienda tiene ciertos rasgos peculiares. Comparándolo con otros países, el parque inmobiliario es relativamente reciente, puesto que el 60% tiene menos de 30 años². Además debe señalarse que es un parque inmobiliario centrado casi exclusivamente entorno a la vivienda en propiedad.

Este fenómeno es debido a la cultura social de los hogares españoles. El acceso a la vivienda en propiedad constituye uno de los mecanismos fundamentales para alcanzar una integración social y urbana satisfactoria. Según apuntan Aurtenetxe y Moreno (1996) el 67% de los que tienen previsto acceder a una vivienda no se plantearían nunca, a ser posible, la opción de alquiler.

Otro motivo que justifica el fenómeno es que la política de vivienda está preferentemente orientada a la compra. Se fomenta la propiedad con mecanismos tales como el tratamiento fiscal que favorece a los propietarios en detrimento de los inquilinos.

También hay que añadir la escasa oferta de viviendas en alquiler. Esto es consecuencia de la segmentación que presenta el mercado de arrendamientos. Los contratos amparados por la Ley de Arrendamientos Urbanos de 1964 y los anteriores se caracterizan por la existencia de rentas congeladas y prórroga forzosa, mientras que a partir de 1985, con el Real Decreto Ley 2/85 sobre Medidas de Política Económica, se distinguen por su total libertad normativa. En general en el mercado inmobiliario español hay un gran desequilibrio en la relación oferta-demanda. En los últimos años se están produciendo cambios sociales en España (en cuanto a la tipología de las familias: número de miembros, nivel de renta, etc.) que hacen necesaria una remodelación en la oferta de las viviendas.

Solucionar el problema de acceso a la vivienda ha sido uno de los objetivos principales del gobierno español.

La intervención por parte del estado en el mercado de la vivienda en propiedad es una práctica habitual en Europa y en particular en España. Existen numerosos trabajos que tratan de estimar su impacto en el precio a través de modelos de precios hedónicos, utilizando datos de corte transversal. En dichos trabajos se considera la composición y calidad de la vivienda como condicionante del precio. La forma generalizada de hacerlo consiste en introducir variables físicas de la vivienda en el modelo estimado. Por ejemplo, Börsch-Supan (1994) para el caso de Alemania, Marks (1984) para la jurisdicción de Vancouver, Peña y Ruiz-Castillo (1984) para España, y Olsen (1990) donde se hace una recopilación crítica de un gran número de trabajos realizados en Estados Unidos. En numerosos trabajos se considera de forma global el conjunto de servicios de cada vivienda a través de la construcción de un índice de calidad, por lo que, a diferencia del tratamiento anterior, el precio no se interpreta como suma de precios marginales de distintas características, sino como una valoración conjunta de todas ellas. Por otra parte, en algunos análisis sobre la evolución de los precios se hace mención expresa a la importancia de un análisis paralelo, relativo a la

² Aurteneche y Moreno (1996).

evolución de las características físicas de la vivienda, una vez reconocido su papel como condicionante indiscutible de dicho precio³.

En España los datos disponibles más detallados sobre las características de la vivienda los proporcionan las Encuestas de Presupuestos Familiares (EPF) realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE). En este tipo de trabajos el primer objetivo es construir una medida sintética que refleje de la manera más fiel posible las particularidades relevantes que pueden caracterizar a una vivienda. La técnica multivariante utilizada es el *Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)*, que hace posible adjudicar a cada vivienda una puntuación combinación lineal de sus características físicas, que puede identificarse con un índice de calidad de la vivienda⁴.

Existen trabajos que analizan el funcionamiento de la demanda de vivienda en España en el ámbito microeconómico, el objetivo es analizar el comportamiento de los hogares para diferentes aspectos de la vivienda simultáneamente. Las características de la vivienda que se consideran son el régimen de tenencia (propietario o inquilino) y el tipo de edificio (unifamiliar o colectivo)⁵.

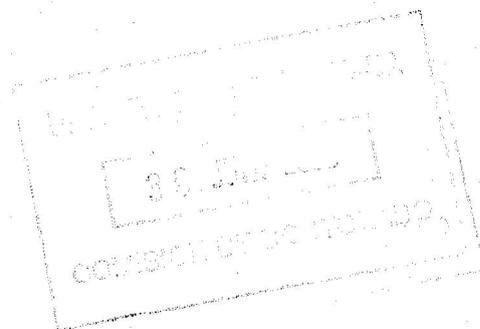
El problema de la elección del tipo de vivienda que se pretende resolver no responde al esquema de una regresión clásica, debido a que la variable o fenómeno estudiado no es de tipo continuo, sino que es una variable cualitativa. Los modelos que plantean una relación funcional entre una variable respuesta cualitativa y unas variables observadas que determinan el fenómeno estudiado, son los denominados *modelos de elección discreta*.

Estos modelos permitirán modelizar el comportamiento de los hogares españoles ante el problema de elegir entre el régimen de tendencia y el tipo de edificio en función

³ Bover, (1982)

⁴ Arévalo Tomé, R. (1998)

⁵ Colom (1997)



de las características sociodemográficas, y económicas del propio hogar, de forma que dicha modelización permita establecer los condicionantes de estas elecciones.

A.- MODELOS DE ELECCIÓN DISCRETA

Los modelos de elección discreta pueden interpretarse como el resultado de un proceso de maximización de la utilidad. Bajo este planteamiento se considera que el individuo tiene capacidad decisoria y que existe una relación de preferencias entre las alternativas.

Para establecer la relación de preferencias se define una función de utilidad que cuantifique la importancia que el decisor da a una alternativa frente al resto. Asumiendo un comportamiento racional del decisor, los diferentes modelos de elección discreta se obtienen con la especificación concreta de la función de utilidad.

Un modelo de elección discreta que permite determinar las probabilidades de elección de J alternativas y que tiene facilidad computacional es *el modelo logit condicional*⁶, cuya forma funcional viene dada por:

$$P(j/C, x, \beta) = \frac{e^{x_j \beta}}{\sum_{r=1}^J e^{x_r \beta}}$$

donde $i \in \{1, 2, \dots, N\}$ son los hogares o decisores, $j \in C = \{1, 2, \dots, J\}$ es el conjunto de alternativas, x_{ij} , son los vectores de características observables sobre el individuo i y la alternativa j y β es un vector de parámetros desconocidos.

En este modelo la elección entre dos alternativas cualesquiera no depende de los atributos o características de una tercera, ya que se verifica la relación siguiente:

⁶ McFadden, (1974)

$$\frac{P(j/C, x, \beta)}{P(r/C, x, \beta)} = e^{(x_j - x_r)\beta}$$

Esta propiedad que hace muy operativo el modelo se denomina *Independencia de Alternativas Irrelevantes* (IIA). Pero esta ventaja de operatividad es al mismo tiempo una restricción para la aplicación del propio modelo, ya que obliga a la existencia de un patrón de sustituibilidad entre las alternativas que no siempre es el que corresponde a la situación que se desea analizar.

Una generalización del *modelo logit condicional* para situaciones de elección con alternativas que tienen cierto grado de similitud entre ellas, es el *modelo logit multinomial anidado*, propuesto por McFadden (1978).

Este modelo considera las alternativas agrupadas en subconjuntos según similitudes y establece una estructura de árbol con las alternativas más similares en una misma rama y separadas de los otros grupos de alternativas que no tienen rasgos comunes.

En el problema de elección entre las alternativas: comprar una vivienda unifamiliar, comprar una vivienda colectiva, alquilar una vivienda unifamiliar o alquilar una vivienda colectiva, se puede observar que por la propia definición de las mismas existen ciertos rasgos comunes.

La utilización de un modelo logit condicional implica que el hogar realiza la elección entre alternativas sin tener en cuenta que estos rasgos comunes afectan simultáneamente a la deseabilidad de varias alternativas.

Sin embargo, si se utiliza un modelo logit multinomial anidado se pueden agrupar las alternativas según las características que posean en común. Una primera agrupación se obtiene según el régimen de tenencia, estando el primer grupo formado

por la primera y segunda alternativas, asociadas al régimen de propiedad y el segundo grupo lo formarían las otras dos alternativas referidas al alquiler. La segunda agrupación sería de acuerdo al tipo de edificio (unifamiliar o colectivo) y los grupos estarían formados por las alternativas 1 y 3, que son las viviendas unifamiliares, y por las alternativas 2 y 4, que corresponden a las viviendas no unifamiliares.

La estructura de grupo de las alternativas permite ver la elección de una alternativa como un proceso secuencial en el que el decisor va eligiendo subgrupos de alternativas hasta llegar a la alternativa deseada. Con este planteamiento, la probabilidad de elección de una alternativa j se obtiene como el producto de probabilidades condicionadas, asumiendo que cada una de las probabilidades tiene forma logit.

La forma funcional del modelo logit multinomial anidado con dos niveles es la siguiente:

$$P(j/C, x, \theta) = \frac{e^{x'_{ij}}}{\sum_{r=1}^{J_k} e^{x'_{ir}\beta}} \cdot \frac{e^{y'_{ik}\gamma + \sigma_k}}{\sum_{r=1}^M e^{y'_{ir}\gamma + \sigma_r}}$$

siendo J_k el número de alternativas dentro del grupo k ; x_{ij} , el vector de características de las alternativas que están en k ; y_{ij} , el vector de características específicas del grupo k ;

$I_k = \ln \sum_{r=1}^{J_k} x'_{ijk}$, el valor inclusivo del grupo k ; σ a un parámetro que recoge el grado de similitud existente entre las alternativas del grupo y M el total de grupos considerados.

Los dos factores de la expresión de la probabilidad anterior representan la probabilidad condicionada de elegir la alternativa j dentro del grupo k y la probabilidad de elegir el grupo k , respectivamente.

Es fácil comprobar que el modelo logit multinomial anidado se reduce al modelo logit condicional cuando se consideran todos los parámetros de similitud que aparecen en la expresión de las probabilidades de elección iguales a la unidad.

Para obtener las estimaciones máximo-verosímiles de los parámetros desconocidos en ambos modelos es necesario utilizar algún procedimiento iterativo, puesto que las ecuaciones que aparecen con la condición de primer orden no son lineales en el vector de parámetros.

Desde los modelos A.B.M.⁷ hasta los actuales los trabajos se han centrado en cuándo los individuos deciden invertir en este bien y no en otros. Largas han sido las discusiones sobre la vivienda como bien de inversión, o como de consumo; servicios que se intercambien en el mercado por medio del alquiler o de la compra; y un largo postulado de supuestos de competencia perfecta tratan de determinar en que momento los agentes toman esta decisión. En estos trabajos el tratamiento del bien es muy general, simplemente una vivienda, independientes de sus características o de su ubicación. Aunque este enfoque permite el análisis de la evolución del precio de la vivienda, como un agregado, fruto de las decisiones individuales consecuencia de las variaciones en los mercados de dinero. Sobre esta circunstancia el enfoque microeconómicos han centrado todos sus trabajos.

Los modelos de localización tratan de explicar por qué los individuos deciden instalarse en una zona determinada de la geografía urbana, y que causas lo provocan, análogamente el precio del suelo y los servicios afectados en esa zona se analizan como determinantes del precio de la vivienda.

Tanto en el enfoque microeconómico como en el enfoque macroeconómico los estudios estadísticos han sido muy numerosos.

⁷ Ando, Brumberg y Modigliani (1954, 1963)

En el enfoque de la macroeconomía se realiza una revisión de los métodos estadísticos y econométricos utilizados en el mercado de la vivienda, contrastando las dos posiciones antagónicas:

- El enfoque clásico

- El enfoque alternativo.

Seguidamente, se realiza un análisis similar dentro del ámbito de la microeconomía. La diferenciación entre las distintas posturas ha venido marcada por *los modelos de localización*. En este caso, también se ha producido una polarización en los enfoques⁸ existiendo, del mismo modo, una versión desde la ortodoxia (el modelo disyuntiva) y otra desde el enfoque alternativo (la escuela de Tiebout).

Finalmente con el desarrollo de la Inteligencia Artificial, surgen los sistemas de redes neuronales como alternativa a los métodos estadísticos de modelización.

B.- EL ENFOQUE DE LA MACROECONOMÍA

El mercado de la vivienda y de la evolución del precio de la misma han sido una constante preocupación y causa de estudio en la Economía. Siendo el sector de la construcción una parte importante de la inversión, y por tanto un componente de peso en la demanda agregada, los economistas han tratado de analizar las razones de su marcado carácter cíclico⁹, y sobre todo, la medición de la intervención de Sector Público.

B.1.- LA POSTURA TRADICIONAL

La literatura macroeconómica ha tratado la vivienda como un bien homogéneo, por lo que no eran tenidas en consideración ninguna de sus características específicas.

⁸ Muth (1969)

⁹ Arnott, (1987)

Siguiendo la línea general de este ámbito, se han mantenido todos los supuestos básicos de competencia perfecta: empresas y consumidores maximizadores y precio aceptantes; funciones de producción convexas; no barreras de entrada y/o de salida; no asimetrías en la información; etc.

La simplificación de este enfoque se debía, en parte, a la necesidad de los modelos macroeconómicos de evitar formulaciones demasiado complejas que provocaran problemas en la estimación de los múltiples parámetros, presentando así la vivienda como un bien homogéneo, ignorando diferencias.

En la intención de subsanar dicho error, ya que este bien es marcadamente heterogéneo, esta peculiaridad se ha interiorizado en la línea neoclásica suponiendo que la vivienda ha sido asimilada a un concepto abstracto denominado *servicios de la vivienda*¹⁰.

De esta manera se presentaba el enfoque de Olsen (1969). Éste argumentaba que la vivienda podría ser representada por los servicios de la misma, i. e. un flujo de servicios o una característica homogénea que, en un mercado equilibrado, tiene un precio constante. El precio total de mercado de venta o alquiler, por periodo de tiempo, es el producto de los servicios requeridos por su precio. A pesar de ser ventajoso un análisis tan simplificado, el modelo planteado carece de validez, ya que incapaz de proveer un análisis significativo y sistemático del mercado, ya que la reducción a un simple característica de todos los servicios provistos por una vivienda sugiere que en el equilibrio a largo plazo todas las viviendas alquiladas por el mismo precio producen el mismo servicio de flujos, y por tanto, son perfectos sustitutos entre los consumidores que se tienen que mostrar como indiferentes, sin tener en cuenta las diferencias de tamaños, calidades físicas, vecindario, y un largo etcétera. No parece, sin embargo, que un demandante sea indiferente entre un apartamento de alta calidad y una habitación, y otro de baja calidad y cinco dormitorios, que contienen un igual número, arbitrariamente definidos, de servicios de vivienda. Del mismo modo, los costes asociados a la

producción de espacio o de calidad no parecen los mismos para el promotor de las viviendas ofertadas¹¹.

En esta modelización clásica conceptos como *servicios de la vivienda* y *stock de vivienda* han sido tratados análogamente, bajo la suposición de que en el mercado son intercambiables:

- i) El primer concepto ha sido relacionado la naturaleza de la vivienda como un bien de consumo, que se introduce en las preferencias de los agentes, y que está asociado con el mercado del alquiler.
- ii) El segundo, ha sido asociado al mercado de inversión, bajo el supuesto de que la vivienda es un activo duradero que genera una plusvalía, independientemente de su disfrute - ya que no se agota con su uso -, que se obtiene con la venta.

La intercambiabilidad viene definida en el sentido de que en ambos casos, el consumidor puede maximizar su utilidad obteniendo servicios de la vivienda, a través de la propiedad y/o alquiler¹².

Este mismo enfoque sería válido para los productores del bien¹³ ya que pueden, a su vez, realizar la promoción para vender el activo o introducirlo en el mercado de alquileres.

Witte et al.(1979) afirmaban que la homogeneidad era el mayor problema que se deducía del enfoque neoclásico, mostrándose éste incapaz de reflejar la evidente no homogeneidad de la vivienda, ya que cualquier observación causal refleja que cada una

¹⁰ Saura, (1995), López, (1992).

¹¹ Witte et al. (1979)

¹² Hochman et al. (1982), Quigley, (1979)

¹³ G^a Durán, (1994)

es un conjunto de atributos diferenciados que satisfacen a un demandante concreto, negándose así a aceptar el modelo de Olsen.

B.2.- EL MODELO ESTÁNDAR

Debido a la excesiva rigidez del enfoque clásico, y a la contrastación de las peculiaridades inherentes al mercado de la vivienda, se ha llegado a un nuevo marco, más realista, que relaja los supuestos básicos de competencia perfecta, estableciendo las bases teóricas para el análisis de este mercado.

Dicho modelo, conocido como *modelo estándar de los servicios de la vivienda* mantiene la paradoja de la homogeneidad en los servicios, pero hace una intensa reflexión en las particularidades del bien, considerando a la misma como:

- i) Un bien, tanto de *inversión* como de *consumo*. En primer lugar, cuando se trata como un bien de inversión, se parte de la especificación de la función de demanda de un activo:

$$D^A = \Phi(w, r_0, r_A)$$

donde w , es la riqueza; r_0 es el rendimiento de otros activos; y r_A es el rendimiento propio del activo.

Para su aplicación en la vivienda se introduce el rendimiento propio de la misma. Siendo éste calculado teniendo en cuenta el alquiler (+), la plusvalía esperada (+), los impuestos sobre bienes inmuebles (-) y el tipo de interés hipotecario (-). Siendo como resultante:

$$D^V = \Pi(w, r_0, r_v)$$

Y, cuando se define la vivienda como bien de *consumo*, la especificación de su función de demanda varía, siendo definida como:

$$D^B = \Theta(y_p, p_v, p_0)$$

donde y_p es la renta permanente, p_v es el precio del bien, y p_0 es el precio de otros bienes.

Algunos autores han llegado a una modelización más depurada, conocida como la *visión sintética*, que recoge las dos posturas:

$$P^v = D^v = \Gamma(y_p, i_b, (\nabla i)^e)$$

donde y_p es la renta permanente, i_b es el rendimiento de los bonos, y $(\nabla i)^e$ es la expectativa de bajada de los tipos de interés del mercado hipotecario. Basándose en la *sustitución de bonos por vivienda* e introduciendo expectativas.

- ii) Este bien está inmerso en un mercado competitivo, ya que tiene un gran número de compradores y vendedores,¹⁴ y sujeto a peculiaridades tales como: su oferta stock es inelástica y su oferta flujo es una proporción mínima del stock existente. Consecuencia de ello encontramos un bien cuya curva de oferta es casi vertical, y con mínima capacidad de reacción ante cambios en la demanda, lo que significa que desplazamientos en la curva de demanda se traducen, casi directamente, en variaciones de precio¹⁵.

¹⁴ Rosen, (1985); López, (1992).

¹⁵ Stahl, (1985)

- iii) A su vez el precio de mercado entra como variable endógena en la construcción de nuevas viviendas (oferta flujo), para tratar de compensar la incertidumbre, agravada por el largo período de maduración.
- iv) Las curva de demanda de mercado de este bien - y activo a la vez - viene explicada, casi mayoritariamente, por variables como la riqueza, la renta per cápita disponible, los gustos, la rentabilidad de otros activos, el precio de la hipoteca, y otros.
- v) La propia naturaleza de la oferta es incapaz de proveer nuevos activos a corto plazo, independientemente de su mínima capacidad para crearlos¹⁶, siendo esto debido a restricciones propias de producción¹⁷, así como legales (urbanísticas, medio ambientales, etc.).
- vi) Se tiene en cuenta que es uno de los sectores más cíclicos de toda la economía, siendo extremadamente sensible a la situación macroeconómica¹⁸.

Bajo esta modelización se han tratado de explicar múltiples aspectos de la economía urbana, como la elasticidad precio y la elasticidad renta de la cantidad demandada de los servicios de la vivienda¹⁹; así mismo, se ha intentado buscar el objetivo del impacto de las variables macroeconómicas sobre la demanda y oferta flujo.

De este modo se ha llegado a sofisticados modelos como las de Poterba²⁰ (1989) y las de Meen (1990). En ellas encontramos, de nuevo, la división entre el mercado de servicios de la vivienda, que se asocia con el de los alquileres, y el de la vivienda como activo, en el que se introducen las plusvalías. Por tanto, el precio de la vivienda es el que se determina en el mercado de activos. Como se ha visto anteriormente la teoría

¹⁶ Stahl, (1985)

¹⁷ López, (1992)

¹⁸ Arnott, (1987)

¹⁹ Polinski, (1977)

²⁰ Citada en Saura (1995)

determina el precio de vivienda como una función en la que influye la renta per cápita, la tasa de rendimiento (inflación de precios menos tipos de interés), y el stock de vivienda per cápita.

Una aplicación²¹ de la metodología de Meen -y de otras variaciones-, analizando el mercado de la vivienda en España, entre los años 1976 y 1991, ha sido realizado por el Banco de España²², bajo el supuesto de la elección ínter temporal frente a modelos de corte transversal.

Otro trabajo de relevancia ha sido el de Molinas et al. (1991). En éste, dicho modelo se aplica en la estimación de la función de inversión en inmuebles residenciales en el período 1966-1988 en España.

Especialmente interesante ha sido el trabajo de Jaén y Molinas (1995), en el que se realiza una exposición detallada de distintos modelos econométricos, tanto estáticos como dinámicos, para el análisis del mercado de la vivienda desde diferentes enfoques.

Así mismo, también son muy relevantes los resultados del trabajo de García Durán (1994), en el que se realiza un contraste empírico de la evolución del mercado de la vivienda en España, en el período 1974-1994, por medio del denominado *modelo de síntesis*. Este modelo derivado, mencionado con anterioridad, mantiene la estructura teórica del anterior, aunque relaja su aplicación. Con esta función de síntesis el modelo es perfectamente capaz de explicar:

- 1.- La contención de demanda del período 74/85, por medio de la caída de la renta permanente, y el incremento del tipo de interés de los bonos.

²¹ Una buena revisión de los mismos la encontramos en el trabajo de Saura (1995)

²² Bover, (1992)

2.- El período 85/89, la demanda se dispara, explicado por el incremento de la renta permanente, la caída del tipo de interés de los bonos y la expectativa de bajada de tipos hipotecarios.

3.- La nueva contención del período 89/94, por medio de la caída de la renta permanente, y el nuevo incremento del tipo de interés de los bonos.

Podemos concluir, a la vista de la presente aplicaciones del modelo, que la inversión en vivienda está en función de la renta disponible, del stock de capital residencial, y de los precios del activo.

Pero, a pesar de todo, no parece que este tipo de modelos sean los adecuados a la hora de realizar un estudio exhaustivo de la composición de la demanda de la vivienda, ya que siguen sin recoger el marcado carácter heterogéneo de este bien. Por ello se tiene que atender también a las aportaciones del tradicional enfoque microeconómico. En el apartado siguiente se analizan desde el enfoque microeconómico los modelos de localización residencial.

C.- MODELOS DINÁMICOS URBANOS

En este apartado se realiza una revisión de algunos de los numerosos modelos empíricos existentes sobre el sector. Ésta no pretende ser exhaustiva, los modelos que se comentan recogen los diferentes enfoques utilizados tradicionalmente al trabajar con series de tiempo en los estudios agregados en este campo²³.

En Estados Unidos, se han publicado desde los años 60 numerosos trabajos de revisión del tratamiento econométrico del sector de la vivienda. Entre ellos se encuentran los de Fair (1972), Fromm (1973), y todos los citados por Jaffee y Rosen (1979). Por lo que a España se refiere, en Rodríguez (1978), Alcaide et al. (1982) y López Andión (1998) se efectúan revisiones de trabajos tanto españoles como

extranjeros²⁴. En relación con las ecuaciones de inversión en vivienda incluidas en algunos modelos macro econométricos, es interesante la llevada a cabo por Egebo et al. (1990), donde se compara el tratamiento econométrico recibido por la inversión en viviendas en diferentes modelos para los Estados Unidos, Alemania, Francia, Gran Bretaña Italia, Canadá y Japón.

C.1.- EL MODELO DE NELLIS Y LONGBOTTOM.

Nellis y Longbottom (1981) analizan empíricamente la determinación de los precios de la vivienda en el Reino Unido. Se centran en el precio de las nuevas viviendas ya que consideran que el precio medio de éstas es un buen indicador del precio medio de las viviendas en general, puesto que ambos siguen una evolución similar.

Consideran los investigadores que en el mercado de la vivienda los principales determinantes de los precios son aquellas variables que influyen en la oferta y demanda de viviendas, como ocurre en cualquier otro mercado similar. En el largo plazo, los precios se ajustaran hasta conseguir el vaciado del mercado. La aproximación que siguen es derivar una ecuación a estimar como una relación de forma reducida de argumentos específicos de funciones de oferta y demanda para la vivienda que reflejen la influencia de los tres principales agentes económicos que operan en este mercado, es decir, compradores potenciales, vendedores e intermediarios financieros.

Asumen que la demanda de viviendas en términos reales viene determinada por la renta de las familias, precios, factores demográficos, coste y disponibilidad de financiación hipotecaria, y preferencias de los consumidores. Esto conduce a la siguiente función de demanda:

²³ López, C. (1998).

²⁴ Goldstein, G.S. y Moses, L.N.(1973)

$$\ln H_t^d = a_1 + a_2 \ln PNH_t + a_3 \ln YD_t + a_4 \ln POP_t + a_5 \ln JM_t + a_6 \ln M_t + a_7 \ln PC_t + \varepsilon_t$$

donde H^d es la demanda de viviendas, PNH es el precio de las nuevas viviendas, YD es la renta personal, POB se corresponde con el tamaño de la población, M es el stock de activos hipotecarios de las Building Societies; IM , el tipo de interés hipotecario y PC , el deflactor del consumo.

Para la determinación de la función de oferta, se considera que el stock de viviendas en un determinado periodo es igual al existente en el periodo anterior más las viviendas terminadas en el periodo, las conversiones y renovaciones menos las demoliciones. Como las tres últimas dependen del stock pasado, los autores consideran que la oferta de viviendas, H^s , dependerá del precio de las mismas y del stock existente.

En equilibrio, el stock existente es el suficiente para satisfacer la demanda de viviendas y no hay incentivos para que los constructores terminen nuevas unidades adicionales. Sin embargo, las viviendas terminadas son un posible indicador de la presión de la demanda dentro de la industria de la construcción y por lo tanto pueden ser consideradas como una proxy a las restricciones de oferta sobre la tasa de ajuste del stock de vivienda a su nivel deseado²⁵.

Por todo esto, la ecuación de oferta se puede expresar como:

$$\ln H_t^s = b_1 + b_2 \ln PNH_t + b_3 \ln H_{t-1} + \varepsilon_t$$

siendo H el stock existente de viviendas. Como en equilibrio la oferta es igual a la demanda, se puede considerar que:

$$\ln PNH_t^* = c_1 + c_2 \ln YD_t + c_3 \approx \pm c_4 \ln IM_t + c_6 \ln PC_t + c_7 \ln H_{t-1} + \varepsilon_t$$

²⁵ Nellis et al. (1981).

expresión en la que PNH^* es el precio de equilibrio que asegura el vaciado del mercado.

C.2.- EL MODELO DE MEEN.

Meen (1990) construye un modelo econométrico de los precios de la vivienda en el Reino Unido para cuantificar los efectos que sobre la demanda y los precios ha tenido el hecho de pasar de periodos de racionamiento a otros en los que no se produce este fenómeno.

Trata de conseguir ecuaciones que sean capaces de distinguir entre periodos de racionamiento y no racionamiento sin tener que recurrir a la utilización de complejas técnicas de modelización del desequilibrio.

La ecuación explicativa de los precios se obtiene a partir de la maximización de una función de utilidad ínter temporal sometida a restricciones técnicas y presupuestarias en la que sólo se tienen en cuenta los servicios de vivienda y un bien de consumo compuesto. De las condiciones de primer orden se obtiene la tasa marginal de sustitución entre la vivienda y el bien de consumo, que viene a ser el coste de uso de la vivienda (cu)²⁶.

$$\frac{u_h}{u_c} = g_t [(1 - \theta)i - \pi + \delta - g/g_t] = cu$$

donde g_t es el precio real de la vivienda, θ el tipo impositivo marginal de las familias, i el tipo de interés, π la tasa general de inflación, δ la tasa de depreciación del stock de vivienda y g denota la derivada en el tiempo de una variable.

Esta expresión puede ser obtenida de otras formas, por ejemplo, considerando la división entre mercado de los servicios de vivienda y de la vivienda activo. En el primero, la oferta se supone rígida a corto plazo, y las condiciones de demanda

determinan la existencia de un alquiler de equilibrio (R_t). La existencia de equilibrio en el mercado de la vivienda supone que el alquiler mas las ganancias esperadas de capital sobre la vivienda menos la depreciación tienen que igualarse a la rentabilidad después de impuestos de activos alternativos. Ello supone que:

$$g_t = \frac{R_t}{(1-\theta)i - \pi^e + \delta - g^e / g_t}$$

Esta sería la relación de equilibrio entre alquiler y precio de la vivienda en ausencia de racionamiento de crédito. El autor considera que bajo condiciones de racionamiento el coste de uso de la vivienda se incrementa en el ratio de un precio sombra de la restricción de racionamiento (λ_t) sobre la utilidad marginal del bien de consumo compuesto μ_c con lo cual la anterior expresión se convierte en:

$$g_t = \frac{R_t}{(1-\theta)i - \pi^e + \delta - g^e / g_t + \lambda_t / \mu_c}$$

²⁶ Meen, G.P. (1990)

2.2.- MÉTODOS DE LOCALIZACIÓN RESIDENCIAL.

La microeconomía tiene la ventaja de que realiza estudios menos sintéticos, y más cercanos a la realidad, especialmente si están relacionados con la teoría del consumidor. Por ello al tratar el tema de la vivienda, no parece desdeñable tener en cuenta esta postura, sobre todo si el objetivo es conocer las preferencias del demandante.

Casi todos los estudios microeconómicos en torno a la vivienda se han centrado en la localización residencial. Los estudios de localización, independientemente del sector a analizar, tienen como principal objetivo el estudio de:

- El mercado y las condiciones bajo las que opera.
- Las economías y deseconomías externas.
- Los costes de transporte.

Es obvio, que el mercado de la vivienda se ve directamente influenciado por el mercado del suelo (siempre referido a uso no agrícola o industrial). Todas las restricciones que afectan a éste se traducen en incrementos de precio de la vivienda, ya que el suelo es un porcentaje alto función de costes.

Las restricciones que limitan la oferta del suelo son de distinto índole, pero en general, las que más gravan la vivienda responden a la intervención de las autoridades, como es el caso de las urbanísticas, las fiscales, la zonificación –la oferta de suelo se ve muy limitada por la regulación del suelo: introducción de controles sobre el uso y la densidad del suelo por parte de los gobiernos locales–, los costes de escrituras, y un largo etcétera.

Aún así, no todas las restricciones son responsabilidad de la autoridad, ya que existen otras de distinta naturaleza, como son: los altos costes de movilidad, las barreras

naturales o psicológicas (el caso de las ciudades con río, con ramal viario, etc.). Que dividen la ciudad fomentando la zonificación, y el encerramiento de la ciudad, evitando la expansión natural de la misma y provocando aumentos de precio, –la escasez real– caso patente es la ciudad de Melilla que nos sirve de ejemplo. Donde la frontera con Marruecos, el monte Gurugu, así como el mar, encierran literalmente a la ciudad, sin posibilidad alguna de expansión, etc.

La repercusión de cada una de ellas no es la misma en todas las ciudades: las ciudades históricas se ven duramente sometidas a leyes de protección del casco antiguo y de los restos arqueológicos, como Melilla; las costeras, tienen una difícil expansión homogénea; las turísticas, sufren una alta especulación en los precios, etc.

También ha sido una constante preocupación la estimación de las externalidades positivas y negativa – la existencia de éstas ha provocado también la actuación del gobierno, ya que no se permite, por ejemplo, la instalación de una planta industrial junto a una zona residencial -¹, sobre todo las segundas, a la hora de analizar la localización. Este es quizás el punto más débil de todas las aplicaciones realizadas, ya que la medición de cualquiera de ellas es prácticamente imposible. Afortunadamente éste ha sido uno de los principales campos de estudio de la economía ambiental², en la que se ha tratado de cuantificar el impacto sobre el precio del deterioro medioambiental. Por ello, en los últimos años, la economía del medioambiente está sirviendo de base para la mejora de los modelos de localización.

Existen dos posturas en la literatura, para explicar la localización de las unidades familiares en las distintas zonas de la ciudad³. La diferencia es que la primera de ellas, busca la explicación por medio de la minimización del coste de transporte, y la segunda en base a razones de entorno.

1.- EL MODELO DISYUNTIVA

¹ López, (1992)

² Azqueta, (1994)

También llamado *modelo monocéntrico o modelo de compensación*. En éste la idea principal es la elección que realiza el consumidor entre espacio y cercanía al centro (también llamado Central Business Distriet, C.B.D.).

Bajo la hipótesis de que la superficie de vivienda, medida en metros cuadrados totales es más barata en la periferia que en el C.B.D.⁴, y que a su vez desplazarse desde la periferia al mismo conlleva costes de transporte para ir al trabajo, de compras, etc. (medidos en dinero y tiempo), el consumidor tiene que elegir, para una renta dada, entre espacio y cercanía.

Desde esta óptica, los modelos monocéntrico ofrecían como única variable explicativa la minimización de los costes, en lo que se denominaba *hipótesis de compensación espacio/acceso*.

La construcción de este modelo fue fruto de los trabajos de Alonso (1964), Muth (1969) y Goldstein & Moses (1973), que revelaban que la combinación elegida de un consumidor racional responde al ratio de los precios relativos de transporte y servicios ofrecidos.

El enfoque monocéntrico, así mismo, ofrecía un marco teórico⁵ en el que se encuadraban necesariamente dichos trabajos, en el que los supuestos básicos eran:

- No externalidad en el consumo de la vivienda.
- Incremento del coste del transporte conforme nos alejamos del C.B.D.
- Elasticidad precio constante y elasticidad renta unitaria en la demanda de vivienda.

³ Richardson, (1978)

⁴ Wilkinson, (1973)

⁵ Revisado y actualizado desde la Nueva Economía Urbana (N.E.U.), encabezado por R.Solw(1972)

- Por implicación, que vivienda y coste del transporte sean parte significativa del presupuesto familiar.
- Supuesto adicional, los puestos de trabajo se hallan localizados en el C.B.D.

En forma sintética, y aceptando dichos supuestos, *el modelo de compensación* quedaba explicado como una función de densidad exponencial negativa:

$$D(U) = D_0 E^{-\alpha U}$$

donde $D(U)$ es la densidad residencial, α el gradiente de densidad, U la distancia al C.B.D., y D_0 , es la densidad junto al C.B.D. El modelo predice que al incrementar la población metropolitana, D_0 también aumenta, aunque no existe predicción alguna sobre el valor de α .

Fruto de la simpleza del modelo y de sus hipótesis excesivamente rígidas y poco realistas se produjeron un número elevado de críticas desde distintos frentes, tanto de carácter metodológico como empírico.

- i. La inclusión del primer supuesto, no externalidad, provoca inconsistencia en el modelo, ya que es patente la existencia de externalidad en el consumo de la vivienda. Por lo que parece más lógico incluir la distancia al centro, tan solo, como una variable exógena más del modelo, no único⁶.
- ii. Este modelo exige completa posibilidad de elección y competencia perfecta en el mercado de la vivienda. Ya que, se plantea una oferta de vivienda completamente elástica a corto plazo, para poder elegir libremente entre centro y periferia, situación que no se encuentra en la realidad⁷.

⁶ Wilkinson, (1973)

⁷ Kanemoto, (1986); Saura, (1995)

El resto de las críticas surgen en la elaboración de modelos alternativos a éste, por ello se especifican a continuación en cada uno de ellos. De todas ellas, las más relevantes se encuentran en los trabajos de Harrison et al. (1974) y en el de Turnbull (1990).

2.- EL STOCK DE CAPITAL MALEABLE

Desde el seno de la ortodoxia se ofrece un nuevo supuesto para reforzar la fuerza de la disyuntiva. Este proceso, la maleabilidad, viene a explicar que la ciudad se rehace período a período, por lo que la zona central de la ciudad está siempre en óptimas condiciones, no se muestra más deteriorada que el resto. Es decir, cualquiera de los ensanches que se van construyendo alrededor del centro no ofrece mejores instalaciones que la zona del C.B.D.

Este proceso había sido expuesto por Alonso (1964) en las primeras fases de los modelos monocéntricos. Aunque tras la crítica de Wilkinson (1973) sobre la no externalidad cobra mayor importancia, y se hace necesario.

Si se acepta la inclusión de este supuesto no se pueden plantear aglomeraciones negativas del entorno del C.B.D., ya que si la ciudad se ha ido regenerando en cada momento de tiempo, el centro se encuentra en las mismas condiciones que cualquier otra zona de reciente construcción.

Esta revisión del modelo, que parecía la solución para paliar los problemas derivados de la no externalidad en el consumo de la vivienda, fue objeto de otras muchas críticas posteriores, ya que la realidad de los presupuestos de los municipios no permiten una regeneración continuada de los centros de la ciudad, ni los edificios se tiran y se rehacen a corto plazo.

3.- EL STOCK DE CAPITAL NO MALEABLE

En una pretendida revisión del modelo disyuntiva, en los trabajos de Harrison y Klain (1974) y Anas (1978), se realizan análisis en los que el stock de capital no es maleable, y además es muy duradero.

Las razones para la variación del tal supuesto son obvias: por un lado la vivienda es un bien intrínsecamente duradero, por ello los bancos las financian a mayor plazo que cualquier otro bien. Por otro, no se ve capacidad en las autoridades locales de ir regenerando continuamente las ciudades, para intentar minimizar el deterioro sufrido por el paso del tiempo.

La realidad de ciudad ofrece un crecimiento basado en círculos: el centro histórico, el anillo a su alrededor, el primer ensanche, el segundo, etc. Cada uno de ellos responde a distintos períodos de tiempo y por ello ofrece distintos servicios, aunque es muy probable que los últimos los ofrezcan de mucha mayor calidad que los primeros.

Los nuevos ensanches pueden ir minando la importancia del C.B.D. como única fuerza determinante del precio, ya que las nuevas zonas tienen mejores servicios que las antiguas, y también tiran de la demanda de localización.

Además, en los últimos años, el abandono y deterioro que están sufriendo los centros de las ciudades, como consecuencia de la emigración a zonas con mejores equipamientos e infraestructuras⁸ y la falta de actuación de las autoridades, ofrece una evidencia empírica más contra el *modelo monocéntrico*.

4.- EL MODELO DE TIEBOUT

⁸ Saura, (1995)

Las nuevas aplicaciones desarrolladas en el ámbito de la economía urbana, que no tomaban como referencia exclusiva la distancia al C.B.D fueron derivadas de un enfoque alternativo, conocido como el *modelo de Tiebout* (1956)

Tiebout expuso que la elección de los agentes está basada en las preferencias por determinadas zonas o entornos, i.e. la demanda de localización viene definida por las condiciones en que se encuentra el entorno en que se ubica la vivienda, hecho que puede o no verse influenciado por la distancia al C.B.D..

Esta postura implica un concepto mucho más amplio de accesibilidad, teniendo en cuenta otra serie de factores no contemplados en los modelos clásicos. Por ello, en este enfoque "heterodoxo" se integran los modelos basados en economías de escala, o modelos de aglomeraciones, herencia del análisis del suelo de uso industrial.

Las sucesivas ampliaciones que ha sufrido este modelo ponen de relevancia la existencia de un número notable de factores que pueden incidir en las decisiones de los agentes, siendo percibidos como economías o deseconomías de escala, entre ellos se destacan:

- Medioambientales. En los últimos años ha aumentado, notablemente, la demanda por parte de los ciudadanos de entornos naturales, que den sensación de desahogo, y sobre todo, libres de ruido, de contaminación, etc.
- Vecindario o de calidad del barrio. A este respecto se han realizado un número importante de trabajos. Fue conocida la polémica entre Ball (1973) y Wilkinson (1974) sobre la medición del vecindario, en la que el primero argumentaba que tal variable podía ser reducida a una variable homogénea, mientras que el segundo demostró que no era una medición sencilla. Ya que la calidad del vecindario, puede ser medida, en todo caso, con un conjunto amplio de variables, pero siempre se encuentran altos índices de correlación entre ellas, lo que dificulta la

interpretación del R^2 por lo que recomienda analizar los resultados con cautela. Debido a la existencia de Multicolinealidad, se produce ambigüedad sobre las variables que debían haber sido omitidas, ya que los t-test y el Test de la F son menos significativos.⁹

Nuevos intentos se realizaron en el trabajo de Shafer et al. (1975), en el que se trataba de cuantificar el impacto sobre el precio de la percepción del demandante sobre el barrio, llegando a una situación más compleja, ya que demostró que la percepción variaba de una visita a otra.

Fue el trabajo de Kain & Quigley (1975) el que más repercusión tuvo, puesto que, en primer lugar, ofrecieron una solución metodológica al problema de la colinealidad, por medio del uso de los *componentes principales*, y, en segundo lugar, trataron el problema del racismo en los barrios, y cómo éste hace variar las funciones de demanda, provocando variaciones en los precios.

El Status social. Se basa en la hipótesis de que muchos demandantes al incrementar su renta buscan una vivienda mejor¹⁰, y que parte de su decisión está influida por la búsqueda de ascenso social.

Otras externalidades: la cercanía a un campo de golf, a una buena escuela, existencia de aparcamiento, etc.. En los últimos años el ratio número de automóviles por familia ha incrementado notablemente, por ello la existencia de sitio para aparcar cerca del lugar de residencia se convierte, cada vez más, en una característica muy demandada¹¹

El desarrollo de trabajos en éste ámbito alternativo, conllevó la revisión de la metodología del enfoque monocéntrico. Por ello surgieron los trabajos de Harrison & Klain (1974), de Anas (1978), y otros anteriormente citados, revisando los modelos de

⁹ Wilkinson, (1974)

¹⁰ Boléat, (1976)

distancias, pero todos ellos suponían la relajación de los restrictivos supuestos de partida, o lo que era lo mismo, el abandono del modelo original, que no parecía capaz de estimar la verdadera situación del mercado de la vivienda en las ciudades.

5.- EL PROCESO DE FILTERING Y EL DE REGENTRIFICATION

El proceso de *filtering* plantea que las familias de rentas más altas tienden a adquirir las viviendas más nuevas y vender a las familias de menor renta sus viviendas usadas. Si este se asocia con la no maleabilidad de la vivienda resulta que las familias de mayor renta se desplazan cada período de tiempo más lejos del C.B.D.

En el trabajo de Coke y Hamilton (1984) se plantea un modelo en el que se introducen los procesos de *filtering* en un núcleo que crece por círculos, resultando una ubicación de los ricos en la periferia, y al vender sus viviendas a los pobres, estos últimos se ubican en zonas más céntricas.

La movilidad se ve incrementada por el hecho de que los ricos tienen mayor elasticidad renta demanda de espacio que elasticidad renta coste de transporte. Es decir, los costes de transporte no son parte relevante de su presupuesto, o al menos en menor proporción que el resto, por lo que tienen mayor incentivo a desplazarse a la periferia, si esta les ofrece las condiciones deseadas.

El proceso de *regentrification* expuesto por Wheaton (1982), invierte la no maleabilidad de la vivienda. Revitaliza el supuesto de Alonso (1964) aunque acepta la durabilidad de la vivienda. Se basa en la idea de que las viviendas pueden ser restauradas, fruto precisamente de la durabilidad, y por ello, pueden volver a ser demandadas por los ricos, ya que el edificio deja de ser viejo para convertirse otra vez en nuevo, y por tanto en condiciones óptimas.

¹¹ Caridad, Brañas (1999)

Si existe alguna vivienda en la zona céntrica de la ciudad que tiene especial atractivo, por razones históricas o por ser un edificio especialmente reconocido u otras, los ricos pueden tener interés en restaurarlo y entonces, se produce una inversión del proceso de filtering planteado por Coke et al (1984) i.e. los ricos vuelven al C.B.D. y echan de nuevo a los más pobres.

Aunque no se plantea la existencia de un regeneramiento de la zona del entorno en que se ubica la vivienda para que los ricos decidan volver a esta zona. Es decir, ante la "muerte" del edificio –el *filtering*– algún promotor puede decidir introducir capital para revitalizarlo: se restaura, pero no por ello se regenera la zona con él, y eso no queda claramente explicado. Queda la duda si los ricos decidirán volver a un edificio nuevo si la zona está deteriorada.

6.- LAS ESTRUCTURAS MULTICÉNTRICAS.

La mayor crítica recibida por el modelo monocéntrico llegó desde la realidad de la ciudad. La descentralización de las ciudades parece un fenómeno generalizado, tanto en cuestiones comerciales como laborales.

Ya en el trabajo de Henderson (1985), así como en el Hochman y otros (1982), en el que el análisis espacial de la ciudad ya tenía en cuenta la pérdida de importancia del C.B.D., i.e. decrementaba la dimensión de éste y de su fuerza en los precios, aunque dentro de un análisis de distancias. A pesar de ello, en este trabajo se impone la restricción de que el centro siga siendo único, se revelaba que en las ciudades grandes se produce descentralización, y que α es cada vez menor, conformen nacen sub-centros comerciales y de empleo.

En esta línea se muestra la crítica de Tumbull (1990), en la que se revela no sólo la descentralización de la ciudad, sino la promoción de otros C.B.D. las llamadas estructuras *multicéntricas*. Lo que hace que el modelo disyuntiva –o monocéntrico– pierda capacidad explicativa, ya que:

- El C.B.D. deja de ser único, por lo que tanto no es una la inercia, sino varias, venidas desde los nuevos centros promovidos.
- en el uso comercial de la vivienda, la fuerza del centro se difumina entre los distintos C.B.D., y
- deja de ser un lugar apetecible de residencia, para los que prefieren centro, si los nuevos tienen mejor infraestructuras –que las tienen– que el más viejo, y por ende, deteriorado.

Esta crítica responde con bastante aproximación a la realidad de los núcleos urbanos. En los últimos años, el crecimiento de las ciudades y la aparición de nuevos centros de negocios plantean la existencia de un número mayor de inercias o fuerzas que la de un C.B.D. único.

7.- LOS MODELOS ALTERNATIVOS

Partiendo del modelo de Tiebout, se comenzaron a realizar modelos derivados en los que se tenían en cuenta un conjunto muy amplio de variables, tanto de entorno, como de distancias o explicativas de la vivienda en sí misma.

A pesar de que el modelo alternativo plantea problemas metodológicos, como el expuesto por Wilkinson (1975) sobre la colinealidad; la dificultad de medición de tal magnitud de variables; la variación en el tiempo Azqueta, (1994), tanto del factor a recoger, como de su percepción por parte de los ciudadanos, y otros tantos problemas; parece que este tipo de análisis se acerca más a las funciones de demanda de los ciudadanos que el restrictivo modelo disyuntiva.

Este análisis alternativo derivado del de Tiebout analiza todas las variables que a priori pueden influir en el precio de la vivienda: los factores ambientales, la ubicación y

las comunicaciones, los bienes públicos, la calidad de la educación, los impuestos, la calidad del barrio, la disgregación de la ciudad, los servicios ofrecidos por la vivienda, el ruido, etc.

Es decir, son modelos en los que no existe restricción teórica alguna para la entrada de nuevas variables. Por ello, no es extraño que en un intento de tener en cuenta el marcado carácter heterogéneo del mercado de la vivienda, así como para solventar todos los problemas metodológicos derivados del uso simultáneo de un gran número de variables y su variación en el tiempo, muchos de los recientes análisis de este mercado hayan visto las particularidades de las mismas en términos hedónicos.

Los modelos hedónicos, introducidos por Rosen (1974) en el análisis de vivienda, ofrecen el marco metodológico para el análisis de bienes intrínsecamente heterogéneos, y multiatributo, i.e., bienes que satisfacen varias necesidades al mismo tiempo, como es el caso de la vivienda.

“Los llamados precios hedónicos intentan, precisamente, descubrir todos los atributos que explican su precio, y discriminar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos”

(Azqueta, 1994)

Desde el "enfoque bifásico" de Rosen (1974), se ha ido derivando una metodología compacta que permite el análisis del precio de la características de un bien, aunque éste ha sido objeto de numerosas críticas¹⁰. A continuación se expone brevemente dicha metodología, partiendo para ello de un bien que se supone como una cesta de atributos o conjunto de características, (o que es percibido por los ciudadanos de este modo).

¹⁰ Jaén et al (1995), Kanemoto (1985), Brown et al (1982), Witte et al. (1979), etc.

Sea Z un bien cualquiera, compuesto de n características, siendo éstas, z_1, z_2, \dots, z_n . En general, el precio de dicho bien será función de las calidades de los atributos de que está compuesto, por lo que se puede expresar como una función de estos, $P_i(Z)$.

$$P_i(Z) = \delta_0 + \sum_{i=1}^n \delta_i Z_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij} Z_i Z_j + u$$

Por medio de la regresión del precio sobre las características, se puede derivar el precio de equilibrio de mercado para cada Z_i , y por ende para $P_i(Z)$. La introducción del tiempo —o análisis espaciales— se realiza por medio de variables artificiales o datos de panel.

La metodología¹¹ hedónica indica el uso de regresiones multivariantes como mejor medio para su estimación, aunque hace hincapié en la previa definición de la función que relacione precio y atributos, ya que no se puede suponer aditiva, puesto que la oferta de los atributos —por parte de las empresas promotoras— no lo es.

Es decir, la tradición hedónica permite la discriminación o el análisis cuantitativo de cada uno de los determinantes del precio de la vivienda. El modelo de Tiebout, bajo este método, resuelve la mayor parte de sus problemas metodológicos, y es capaz de realizar un análisis sistemático de la realidad del mercado de la vivienda, ya que no existe limitación alguna a la entrada de gran número de variables, todas las que sean convenientes.

¹¹ Un desarrollo mucho más completo de esta formulación la encontramos en Parker (1993), y en Brown et al. (1982).

2.3.- MÉTODOS HEDÓNICOS.

Para tratar de explicar la heterogeneidad inherente del bien vivienda, numerosos analistas del mercado de la vivienda han considerado dicho bien en términos hedónicos. En estos análisis, la unidad de vivienda pasa de considerarse un bien homogéneo e indivisible¹, a considerarse como una cesta de atributos individuales cada uno de los cuales contribuye a la provisión de uno o más servicios de la vivienda, en lugar de considerarla. Por último, indicar que la aplicación de los métodos hedónicos a los mercados de la vivienda emerge a partir de las teorías relativas a la conducta del consumidor desarrolladas por Lancaster a mediados de los sesenta.

1.- EL MODELO TEÓRICO

Shervin Rosen (1974) desarrolla un modelo para la oferta y demanda de bienes heterogéneos. La mayoría de los productos están compuestos de un conjunto de atributos, claramente diferenciados que satisfacen diferentes necesidades y gustos. La teoría hedónica asume que, los distintos modelos o variedades de un bien se pueden analizar mediante su desagregación en unidades más elementales que son las características. Así pues, las variantes existentes de un producto pueden entenderse como una serie de combinaciones o composiciones de un pequeño número de atributos o características básicas.

Aunque normalmente el mercado no establece precios para esas características por separado, el precio global del producto representará la valoración de todas las características que lo forman. Por tanto, si se pueden establecer las características o atributos relevantes y se conocen los valores de venta de las variedades de un producto existentes en el mercado en un momento determinado, será posible, a través de un modelo adecuado, determinar qué parte del precio está asociada con cada uno de los atributos medibles; así como las variaciones en precios debidas a variaciones en esos atributos².

¹ Jaén y Molina (1995)

² Nicholson, (1967)

Se establece que la ecuación hedónica representa una envolvente conjunta de una familia de funciones de valor y otra familia de funciones de oferta.

Se consideran una clase de productos que son descrito por n atributos o características, representadas por un vector de coordenadas $\mathbf{z} = (z_1, z_2, \dots, z_n)$, donde z_i mide la cantidad de característica i -ésima contenida en dicho bien. Los componentes de \mathbf{z} se miden objetivamente, en el sentido de que las percepciones de las cantidades contenidas en cada bien son idénticas para todos los consumidores, si bien, los consumidores pueden diferir en valoraciones subjetivas de paquetes alternativos. Cada producto tiene un precio de mercado dado, asociado con un valor fijo del vector \mathbf{z} , así, el mercado de equilibrio, implícitamente, revela una función de precio $p(\mathbf{z}) = P(z_1, z_2, \dots, z_n)$. Es decir, si diferenciamos $p(\mathbf{z})$ con respecto al atributo i -ésimo, z_i , se puede derivar la función de precio en el mercado de equilibrio para z_i , $p(z_i)$, implícita en $p(\mathbf{z})$.

Así, si dos agentes económicos ofrecen la misma cesta de características a distinto precio, los consumidores sólo consideran la de menor precio, y la identidad de los oferentes se considera irrelevante en el proceso de compra. Así, los oferentes (promotores, etc.) podrán alterar sus productos y mejorar \mathbf{z} únicamente por el uso de cantidades adicionales de modo que $P(z_1, z_2, \dots, z_n)$, debe ser aumentado en algunos sus argumentos.

Se supone, en principio, que los consumidores compran sólo una unidad del producto con unos niveles de \mathbf{z} . Las preferencias de las características de los consumidores se representan mediante la función de utilidad $U(x, z_1, z_2, \dots, z_n)$ que se supone estrictamente cóncava, y donde \mathbf{x} representa el conjunto todos los otros bienes consumidos. Cabe suponer que el precio de \mathbf{x} es unitario, y la renta, y , se mide en términos de \mathbf{x} : $y = \mathbf{x} + p(\mathbf{z})$. La maximización de U sujeta a la restricción presupuestaria no lineal, requiere escoger \mathbf{x} y (z_1, z_2, \dots, z_n) , que satisfagan el presupuesto y las condiciones de primer orden $\partial p / \partial z_i = p_i = U_{z_i} / U_x$ $i = 1, \dots, n$ ³. La optimalidad se logra comprando un producto que ofrezca la

³ $L = U + \lambda(y - \mathbf{x} - p(\mathbf{x}))$

combinación deseada de características. Las condiciones de segundo orden son las más usuales con relación a U , con tal que $p(z)$ no sea suficientemente cóncava⁴.

Se define un valor o función de ofertas "bid" $\theta(z_1, z_2, \dots, z_n; u, y)$, de forma que:

$$U(y - \theta, z_1, z_2, \dots, z_n) = u \quad (1)$$

Así, $\theta(z, u, y)$ representa la cantidad que un consumidor está dispuesto a pagar por valores alternativos de (z_1, z_2, \dots, z_n) , para unos niveles de utilidad, u , y de renta, y , dados.

Se define una familia de curvas de indiferencia, que relacionan z_i con sus valores.

Diferenciando la función logarítmica se obtiene:

$$\theta_{z_i} = \frac{U_{z_i}}{U_x} > 0, \quad \theta_u = \frac{-1}{U_x} < 0, \quad \theta_y = -1 \quad (2)$$

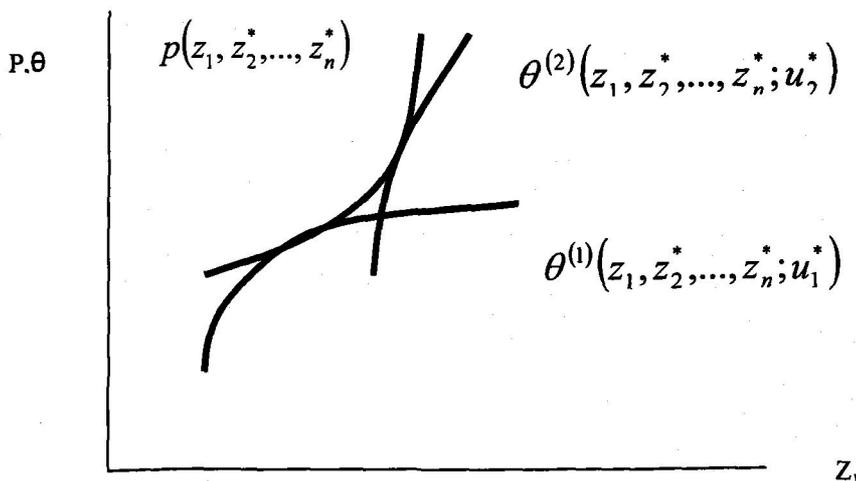
$$\theta_{z_i z_i} = \frac{(U_x^2 U_{z_i z_i} - 2U_x U_{z_i} U_{x z_i} + U_{x_i} U_{x x})}{U_x^3} < 0 \quad (3)$$

De aquí, (3), se sigue la desigualdad de las condiciones correspondientes a la matriz hessiana orlada de U . Asimismo, la estricta concavidad de U implica que θ es cóncava con respecto a z . Las ecuaciones (2) y (3) muestran que la función valor es creciente en z_i a un tipo decreciente. Alternativamente, θ_{z_i} es la tasa de sustitución entre z_i y las disponibilidades de liquidez.

⁴ Las condiciones de segundo orden exigen que la matriz hessiana sea definida negativa o semidefinida negativa para el punto de máximo local, siendo la función objeto U cóncava y restricción presupuestaria $y = x + p(z)$ convexa. Intrigitor, (1973, pp 120).

La cantidad que el consumidor está dispuesto a pagar por la cesta de características de un bien z para una renta y , y un índice de utilidad determinado es $\theta(z, u, y)$, mientras que $p(z)$ es el precio mínimo que debe pagar en el mercado. Por lo tanto, la utilidad es maximizada cuando $\theta(z^*, u^*, y^*) = p(z^*)$, y , $\theta_{z_i}(z^*, u^*, y) = p_i(z^*)$; $i = 1, \dots, n$, donde z^* y u^* son cantidades óptimas. Por tanto, las superficies $p(z)$ y $\theta(z, u^*, y)$ son tangentes una a la otra.

Una dimensión del equilibrio del consumidor se ilustra en el gráfico siguiente, donde las superficies han sido proyectadas sobre el plano $\theta - z_i$ intersección con (z_2^*, \dots, z_n^*) . Una familia de curvas de indiferencia donde sólo un miembro (u^*) se presenta, es definido por $\theta(z_1, z_2^*, \dots, z_n^*; u^*, y)$. Se describen en la figura dos compradores diferentes, uno con un valor de la función $\theta^{(1)}$ y otro $\theta^{(2)}$. Como se observa, el segundo está dispuesto a pagar más dinero que el primero. Diferenciando θ_{z_i} con respecto a u , $\theta_{z_i u} = (U_x U_{x z_i} - U_{z_i} U_{xx}) / U_x^2$, el numerador determina el signo de la elasticidad de la demanda con respecto a renta para z_i en la teoría estándar, cuando los otros componentes de z son constantes. Si todas las derivadas son positivas, el gradiente de θ crece cuando u crece.



Adicionalmente, la renta alcanza la utilidad máxima. Por lo tanto si $p(z)$ es convexa y suficientemente regular, se puede esperar que los consumidores de renta alta estén dispuestos a pagar más por cantidades mayores de todas las características del bien. Sólo en ese caso sería cierto que la renta alta lleve a un aumento inequívoco en el conjunto de calidad consumida, y los productos diferenciados del mercado tenderán a estratificarse a partir de niveles de renta. Sin embargo, en general no hay una razón convincente para explicar que la calidad deberá incrementarse con la renta. Algunos componentes aumentan pero otros disminuyen (Lipsey and Rosenbluth, 1971). Sea como sea, una consecuencia clara del mercado es que hay una tendencia natural a la segmentación del mismo, en el sentido de que consumidores con similares valores de funciones de utilidad, compran productos con especificaciones similares. Esto es un resultado del conocido modelo de equilibrio espacial. De hecho, la especificación anterior es similar a la de Tiebout (1956) en el análisis del vecindario, siendo los bienes públicos locales, las características en ese caso.

Permitiendo una parametrización de los gustos y preferencias entre los consumidores, la función de utilidad puede ser escrita como $U(x, z_1, z_2, \dots, z_n, \alpha)$, donde α es un parámetro que varía de persona a persona. Las funciones de valor de equilibrio dependen tanto de y , como de α . La población viene dada por una función de distribución $F(y, \alpha)$, y el equilibrio de todos los consumidores está caracterizado por una familia de funciones de valor cuya envolvente es la función de precio implícito o hedónica del mercado.

El modelo puede ser ampliado para incluir varias unidades del mismo bien, i.e. vivienda. Siguiendo a Houthakler (1952), la función de utilidad se presenta como $U(x, z_1, z_2, \dots, z_n, m)$, donde m es el número de unidades consumidas del bien con las características z . La restricción es $y = x + m p(z)$, y las condiciones necesarias:

$$\frac{\partial U}{\partial m} = -p(z) U_x + U_m = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial U}{\partial z_i} = -m p_i(z) U_x + U_{z_i} = 0 \quad (5)$$

La función valor se define análogamente como la cantidad que un consumidor está dispuesto a pagar por z para un índice de utilidad fijo pero ahora con la condición de que m es óptimamente escogido. Es decir, $\theta(z_1, z_2, \dots, z_n)$, se define eliminando m de

$$u = U(y - m\theta, z_1, z_2, \dots, z_n, m)$$

$$\frac{U_m}{U_x} = \theta$$

Es, θ_{z_i} , al igual que antes, proporcional a U_{z_i}/U_x . Las condiciones de segundo orden son ahora más complejas.

De forma simétrica, podemos estudiar las decisiones de localización del productor.

Sea $M(z)$ el número de unidades de producidas por una empresa de diseños con la especificación de z . Los costes totales para un establecimiento son $C(M, z; \beta)$, derivados de minimizar los costes de los factores sujetos a una restricción de producción conjunta relacionando M, z y los factores de producción. El parámetro de cambio β , refleja las variables que influyen en el valor del coste mínimo, como los precios de los factores y los parámetros de la función de producción. Se asume que C es convexa con $C(0, z) = 0$ y $C_M, y, C_{z_i} > 0$. Cada planta maximiza el beneficio

$$\pi = MP(z) - C(M, z_1, z_2, \dots, z_n),$$

escogiendo M y z óptimamente, donde los ingresos unitarios en el producto z vienen dados por la función de precio implícito para las características, $p(z)$. El mercado es de competencia perfecta y no monopolista, aunque los precios marginales de los atributos $p_i(z)$ no son necesariamente constantes porque todos los establecimientos observan los mismos precios y no pueden afectarlos por sus decisiones de producción individuales, es decir $p(z)$ es independiente de M .

La elección óptima de M y z requiere:

$$P_i(z) = C_{zi}(M, z_1, z_2, \dots, z_n)/M \quad (6)$$

$$p(z) = C_m(M, z_1, z_2, \dots, z_n). \quad (7)$$

Es decir, en el diseño óptimo, el ingreso marginal de los atributos adicionales iguala su coste marginal de producción por unidad vendida. Además, las cantidades se producen hasta el punto donde los ingresos unitarios $p(z)$ igualan el coste de producción marginal evaluado en la cesta óptima de características.

Simétricamente al tratamiento de la demanda, se define una función de oferta, $\phi(z_1, z_2, \dots, z_n, \pi, \beta)$ indicando precios unitarios (por modelo) que la empresa está dispuesta a aceptar en distintos diseños con beneficios constantes cuando las cantidades producidas de cada modelo se escogen óptimamente. Una familia de superficies de indiferencia de producción se define por ϕ . Se calcula eliminando M de:

$$\pi = M\phi - C(M, z_1, z_2, \dots, z_n) \quad (8)$$

$$C_m(M, z_1, z_2, \dots, z_n) = \phi \quad (9)$$

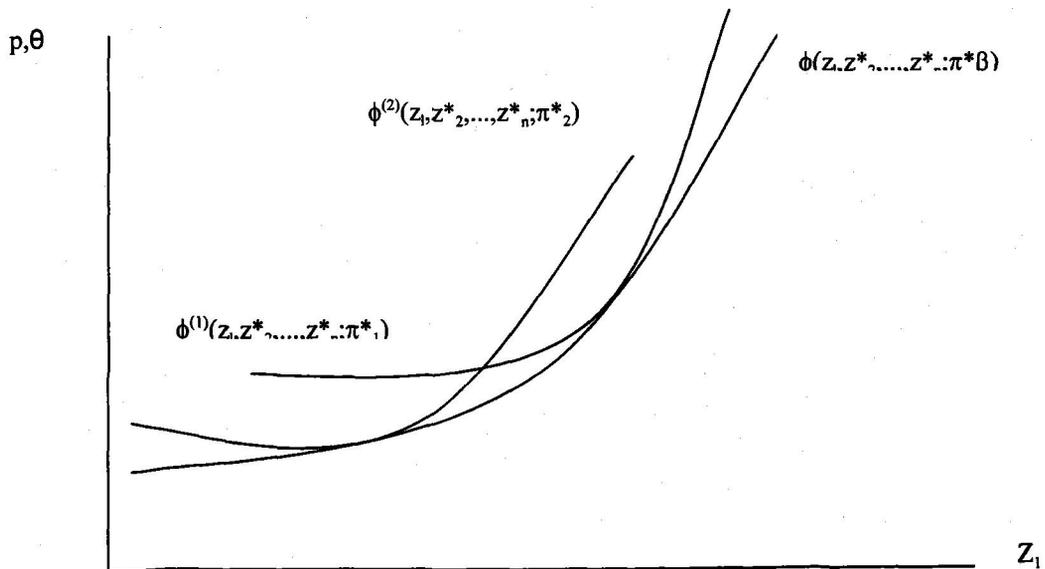
y resolviendo para ϕ en términos de z, π, β . La diferenciación de (8) y (9) da

$$\phi_{zi} = C_{zi}/M > 0 \text{ y } \phi\pi = 1/M > 0$$

El precio marginal de oferta de reserva para el atributo i , con beneficio constante, supuesto creciente en z_i es ϕ_{zi} . De nuevo la convexidad de C no siempre garantiza que $\phi_{z_iz_i} > 0$. Así, ϕ es el precio de oferta al que el productor está dispuesto a aceptar en el diseño z , a un nivel de beneficio z , mientras que $p(z)$ es el precio máximo sostenible de aquellos modelos en el mercado, el beneficio se maximiza por una maximización equivalente del precio "offer" sujeto a la restricción $p = \phi$. Así, el beneficio máximo y el diseño óptimo satisfacen $p_i(z^*) =$

$\phi_{zi}(z^*_1, \dots, z^*_n; \beta)$ para $i=1, \dots, n$. Y $p(z^*) = \phi(z^*_1, z^*_2, \dots, z^*_n; \pi^*, \beta)$. El equilibrio del productor está caracterizado por la tangencia entre la superficie de indiferencia correspondiente a las características de beneficio y otra superficie de precio implícito correspondiente al mercado. Dada la distribución de β entre los vendedores $G(\beta)$, el equilibrio de los productores está caracterizado por una familia de funciones de los oferentes cuya envolvente es la función de precios hedónicos del mercado.

Se describe una dimensión de la solución en la siguiente figura, donde $\phi(z_1, z^*_2, \dots, z^*_n; \pi^*, \beta)$ define una familia de curvas de indiferencia en el plano z_1 - ϕ corta, a través de las curvas de indiferencia con los valores óptimos del resto de atributos. Se presenta solamente un miembro en la figura. La curva $\phi^{(1)}$ se refiere a la producción de una unidad y su coste condicionado al producir un bien con una cantidad inferior de atributo z_1 , mientras que la curva $\phi^{(2)}$ se refiere a un productor que ofrece el bien con ventaja competitiva, al producirlo con mayor cantidad de dicho atributo z_1 .



Las dos oferentes tienen distintos valores de β . Generalmente existe una distribución de β entre los posibles vendedores. La función $G(\beta)$ representa dicha distribución. Así, el equilibrio del productor está caracterizado por una familia de funciones de oferta cuya envolvente es la función de precios hedónicos del mercado.

Por lo tanto, las observaciones $p(z)$ representan una envolvente conjunta de una familia de funciones de valor ofertado y otra de funciones de los oferentes. Una envolvente conjunta no revelará por sí misma nada acerca de los miembros subyacentes que la generan, y, en cambio, constituyen la estructura generadora de las observaciones. Si no existiera varianza en β y todas las observaciones fueran idénticas, la familia de funciones de oferta degeneraría en una única función de oferta. Las diferencias de precio entre varios paquetes alternativos son iguales entre los vendedores porque las funciones de oferta se construyen a beneficios constantes. Una variedad de paquetes aparece en los mercados de productos para satisfacer las diferencias en preferencias entre los consumidores, y la situación persiste porque ninguna empresa encuentra ventajoso alterar el contenido de calidad de sus productos. Si los productores difieren pero los compradores son idénticos, entonces la familia de funciones valor se convierte en una función simple y es idéntica a la función de precio hedónico. Las diferencias de precio observadas se igualan entre los compradores y, $p(z)$, identifica la estructura de demanda.

1.1.- MERCADO EN EQUILIBRIO.

Una vez analizadas las decisiones de oferentes y demandantes, se asume el equilibrio de mercado. Si la cantidad demandada para bienes con características z es $Q^{(d)}(z)$, y $Q^{(s)}(z)$ es la cantidad ofertada con aquellos atributos, entonces, el equilibrio de mercado vendrá determinado por un precio $p(z)$ tal que $Q^{(d)}(z) = Q^{(s)}(z)$ para todo z . La dificultad fundamental que se plantea es que $Q^{(d)}(z)$, y $Q^{(s)}(z)$ dependen de la función $p(z)$.

Para continuar con el desarrollo del equilibrio de mercado se analizará en primer lugar la situación de equilibrio a corto plazo, para determinar posteriormente el equilibrio a largo plazo.

Se considera un equilibrio a corto plazo en que el oferente, una vez determinada la calidad del atributo z_i , puede únicamente variar la cantidad del mismo a ofertar. Se considera además que, debido al horizonte suficientemente corto de análisis del equilibrio, no pueden aparecer nuevas entradas, y se establece como condición inicial la distribución de los oferentes por niveles de calidad.

El mercado revela una función de precio implícito $p_1(z_1)$ y cada oferente determina la cantidad a ofertar de acuerdo con la condición (7). Se considera pues que el mercado de la oferta se encuentra en un pequeño intervalo de amplitud dz_1 , próximo a la calidad de z_1 , ponderado por una función de distribución de la calidad. Los consumidores difieren en gustos y niveles de renta, pero todos determinan un óptimo cuantitativo y cualitativo como en (4) y (5). El mercado de la demanda se encuentra cercano a una determinada calidad de z_1 mediante el uso de las condiciones de equilibrio para transformar la distribución de los gustos y rentas en una distribución de las calidades demandadas y ponderando las cantidades individuales demandadas por los resultados en la distribución de calidades.

Finalmente, se iguala la demanda y la oferta, obteniendo una ecuación diferencial en p y z_1 que debe satisfacerse para el equilibrio de mercado, sujeta a unas determinadas condiciones límites.

Se asume que $C(M, z) = (a/2) M^2 z_1^2$ para todos los oferentes. Además, éstos se distribuyen uniformemente por la característica $z_1 = g(z_1) = k$ para $z_{1s} \leq z_1 \leq z_{11}$, donde k es una constante y z_{11} y z_{1s} , son los límites superior e inferior respectivamente de la cantidad a ofertar del atributo. Aplicando la ecuación (7) para obtener la oferta:

$$M(z_1) = p / az_1^2$$

mientras que, no puede existir variaciones en la calidad del atributo z_1 . Por lo tanto,

$$Q^{(s)}(z_1) = g(z_1)M(z_1) = [(k/a)p(z_1)/z_1^2]. \quad (10)$$

Se asume un número determinado de consumidores en la población que solamente compran una unidad por consumidor. Los consumidores tienen la misma renta y la utilidad se asume lineal en x y z_1 , con una tasa marginal de sustitución, ρ , que varía de persona a persona. Se maximiza $U(x, z_1) = x + \rho z_1$ sujeto a $y = x + p(z_1)$. Cada consumidor compra un producto para que $dp/dz_1 = p'(z_1) = \rho$. En este caso los valores de la función de la figura son líneas rectas con diferentes pendientes, ρ , para cada persona. La condición marginal caracteriza la elección del consumidor hasta que $p'' > 0$, que se demostrará a continuación. Se supone que ρ se distribuye uniformemente, $f(\rho) = b$, para $\rho_s < \rho < \rho_i$, donde b es una constante y ρ_i y ρ_s son, respectivamente, los valores de la tasa marginal de sustitución mayor y menor en la población.

Se usa la condición marginal $p' = \rho$ para transformar $f(\rho)dp$ en una distribución de z_1 . Luego

$$Q^d(z) dz = f(z_1) |dp/dz_1| = b p''(z_1) dz_1 \tag{11}$$

El precio debe verificar el mercado para todos los niveles de calidad. La ecuación (10) y (11) deben satisfacer la ecuación diferencial

$$(k/ba)p/z_1^2 = d^2p/dz_1^2 \tag{12}$$

La ecuación (12) es un caso especial de la ecuación Euler y tiene una solución explícita de la forma:

$$p = c^1 z_1^2 + c^2 z_1^2, \tag{13}$$

donde c^1 y c^2 son constantes determinadas por las condiciones límites y r y s son definidas por $r^2 - r - (a/bk) = 0$: $r = (1 + \sqrt{1 + 4a/bk})/2$ y $s = (1 - \sqrt{1 + 4a/bk})/2$. Los parámetros r y s son números reales y $r > 0$ y $s < 0$. Además, $p'(z_1)$ no puede ser positiva en su rango de valores, al menos que $c_1 > 0$ y $c_2 < 0$, y los consumidores no pueden estar situados entre esos puntos. La ecuación (13) se dibuja en la gráfica 3, como se observa, ρ presenta punto de inflexión $z_{10} = (-c_1/c_2)^{1/(r-s)}$, y esto ocurre cuando $p(z_{10}) = 0$. Luego $p'' > 0$, para $z_1 > z_{10}$. Condiciones límite: En primer lugar, el mercado de equilibrio requiere que no hay grandes masas de consumidores sin nivel de calidad, para que haya grupos de vendedores localizados en cualquier punto y que se

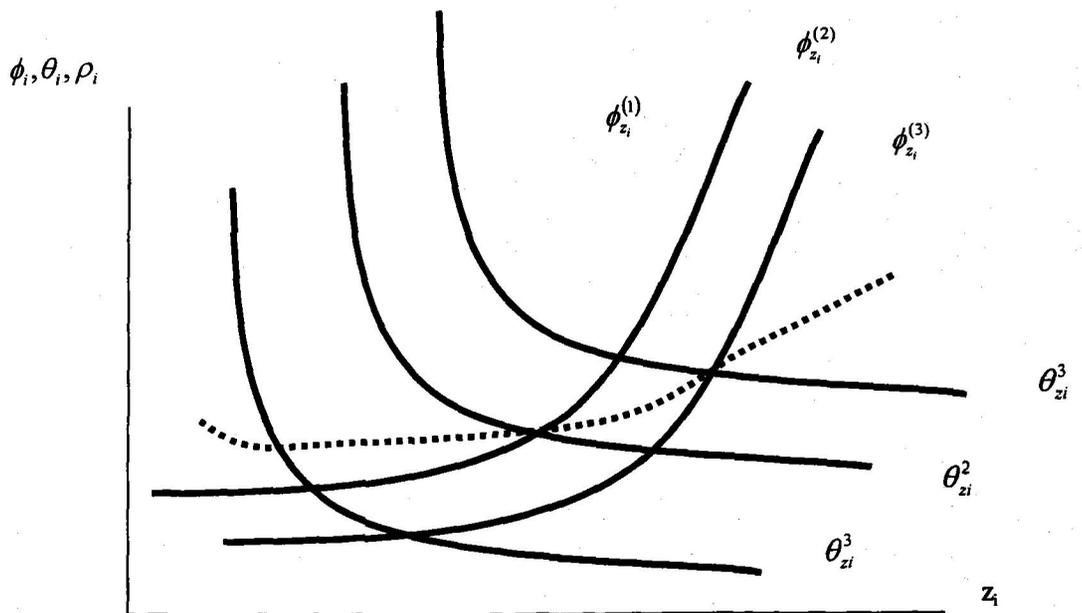
puede añadir al mercado, ponderaciones distintas de cero. Como se vio, consumidores con altos valores de ρ , compran en modelos de alta calidad, y tiene que verificarse que aquellos para quienes $\rho = \rho_1$, se posicionen en la calidad más alta disponible. De otra manera, precios en bienes de calidad z_{11} insuficientes provocaran que una gran masa de consumidores los consideren muy alto, impulsando dicho precio hacia abajo, con el consiguiente relocalización entre los compradores. La otra condición se encuentra analizando el límite inferior; z_{is} . Se presentan los tres casos que cubren las posibilidades más relevantes $z_{is} = 0$ y $\rho_s > 0$ en donde el equilibrio de precios hedónicos es una parte de la curva (3) en el intervalo (z_{i0}, z_{i1}) ; $z_{is} = 0$ y $\rho_s = 0$ en donde el precio es una función log-lineal de la calidad.; $z_{is} > 0$ y $\rho_s = 0$ donde la función de precios hedónicos se ilustra como la porción de la curva entre los puntos A ($\approx z_{is}$) y z_{i1} .

Con respecto al equilibrio a largo plazo se considera que los oferentes variarán la calidad del producto, que no entran restricciones que impliquen la ausencia del beneficio ($\pi^* = 0$) y el precio de oferta a largo plazo deberá satisfacer que $\phi(z; \beta) = C(M, z; \beta) / M$. Los oferentes producen bienes con calidades z a un coste mínimo, consiguiendo que la unidad de producción óptima ocurra donde $C(M, z; \beta)$ sea lineal en M . El coste medio mínimo de z para cada oferente es $h(z, \beta)$, luego $C(Mz; \beta) = M h(z, \beta)$ a largo plazo. Entonces, $\phi = h(z; \beta)$ y $p(z) = h(z; \beta)$ es la condición de equilibrio para un beneficio máximo y $p(z)$ se determina por la oferta, o mediante una envolvente de la familia $h(z; \beta)$ con respecto a β .

1.2.- EL MODELO EMPÍICO.

Como se ha comentado, las derivadas de las funciones de valor del consumidor, θ_{zi} , son proporcionales a las tasas marginales de sustitución. Son pues, los precios de demanda de reserva para cantidades adicionales de z_i con un índice de utilidad constante. Por tanto $\{\theta_{zi}(Z)\}$ son las inversas e un conjunto de funciones de demanda compensada para las z_i 's. El coste marginal de z_i para el consumidor es $p_i(z)$, y el óptimo z se determina donde el coste marginal iguala al valor marginal. Se describe una dimensión de dicho conceptos marginales en la gráfica siguiente, donde la curva denominadas θ_{zi}^j son las derivadas de θ_j en la figura anterior representando funciones de demandas compensadas para varios compradores. La

línea discontinuo denominada $p_i(z)$ es el coste marginal de todos los compradores. La elección del consumidor se da mediante la intersección de la demanda y del coste marginal. Se quiere resaltar que las funciones $\theta_{zi}(z)$ representan precios de demanda compensada, es decir, que la renta real se mantiene constante, y sólo pueden ser derivadas una vez determinado el equilibrio del mercado. Un nuevo equilibrio resultante de un cambio exógeno en p no siempre estará dado por la intersección de los nuevos costes marginales, $p_i(z)$ y las funciones de demanda compensada iniciales (un cambio en el precio produce un cambio en la renta real cambiando consecuentemente las funciones de demanda compensada).



Se produce una excepción cuando $\theta_{z,u} = 0$ y la familia de superficies $\theta(z, u)$ son todas paralelas unas con otras; $\theta_{z,u} = 0$ es el equivalente a una utilidad marginal del dinero constante y θ_{z_i} es única e independiente de u únicamente en este supuesto. Si $\theta_{z,u} \neq 0$ la forma y la localización de las funciones de son determinadas por las condiciones de de equilibrio: tangencia entre $p(z)$ y $\theta^j(z, u^*)$

Un procedimiento similar se aplica para los oferentes: ϕ_{z_i} es el precio de oferta de reserva de incrementar z_i y refleja una función de oferta compensada (beneficios constantes) para la característica z_i , p es la función de ingresos marginal correspondiente a cada oferente. Se representa en la figura anterior, una dimensión del equilibrio del oferente, como la intersección de un conjunto de ofertas compensadas para varios agentes, $\phi_{z_i}^j$, con una función de ingreso marginal común, $p_i(z)$. El equilibrio se describe por la intersección de las funciones de oferta y de demanda.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseña un método de estimación empírico en dos etapas, en la siguiente forma:

Se dispone de datos de bienes así como sus rentas, gustos,... Estos homólogos empíricos de α los denotamos mediante el vector Y_1 . También existen datos potencialmente disponibles en el contenido de las características de los modelos producidos por los vendedores y las diferencias en precios de los factores y especificaciones tecnológicas contenidas en ellos. Notamos el homólogo empírico de β mediante un vector Y_2 . Analizando la figura anterior, se considera que $F_i(z, Y_1)$ representa el precio de la demanda marginal y $G_i(z, Y_2)$ el precio de oferta marginal. Ignorando los términos aleatorios, el modelo se puede representar como:

$$p_i(z) = F^i(z_1, \dots, z_n, Y_1) \quad (\text{demanda}), \quad (16)$$

$$p_i(z) = G^i(z_1, \dots, z_n, Y_2) \quad (\text{oferta}), \quad (17)$$

para $i = 1, \dots, n$, donde p_i y z_i son conjuntamente variables endógenas e Y_1, Y_2 son variables de demanda y oferta exógenas. Las $2n$ ecuaciones determinan las $2n$ variables endógenas p_i y z_i . La estimación requiere un procedimiento en dos etapas. Primero se estima $p(z)$ por el método hedónico usual independiente de Y_1 , e Y_2 . Es decir, se realiza una regresión de los precios de

los productos observados en todas sus características, z , usando la forma funcional que mejor se ajuste. El estimador resultante de la función $p(z)$ se denotará como $\hat{p}(z)$.

Seguidamente computamos un conjunto de precios marginales implícitos $\partial p(z)/\partial z_i = \hat{p}_i(z)$ para cada comprador y vendedor, evaluado en las cantidades de características realmente compradas o vendidas, según sea el caso. Finalmente se usan precios marginales estimados $\hat{p}(z)$ como variables endógenas en el segundo estado de estimación simultánea de las ecuaciones (16) y (17). La estimación de los precios marginales juega aquí el mismo papel que las observaciones directas de los precios en la teoría estándar y convierte la estimación de la segunda etapa en un problema de identificación - problema de identificación estándar causado por la interacción de la oferta y la demanda que puede resolverse por métodos de ecuaciones simultáneas como el de mínimo cuadrados en dos etapas -. Se consideran cuatro casos:

- No hay varianza en β y las condiciones de coste son idénticas para todos los oferentes. La variable Y_2 desaparece de la ecuación (17) y $\hat{p}_i(z)$ y z_i identifican las funciones de oferta compensada.
- Si los compradores son idénticos, pero los vendedores no lo son, Y_1 desaparece de (16) y las observaciones trazan las funciones de oferta compensada.
- Si tanto los compradores como los vendedores son idénticos, las funciones de oferta y de demanda son tangentes en un solo punto y solamente un nivel de calidad determinado aparece en el mercado. Las observaciones degeneran en un punto, no se produce diferenciación de producto y no hay problemas.
- En general hay una distribución de compradores y otra de vendedores. Tanto Y_1 , y Y_2 tienen varianza distinta de cero y se aplican condiciones usuales de rango y de orden. Una condición previa necesaria para la estimación es que $\hat{p}(z)$ sea no lineal en la etapa 1, pues si $\hat{p}(z)$ es lineal, $\hat{p}_i(z)$ son constantes, independientes de las calidades fabricadas y tienen varianza cero.

1.3.- PROBLEMAS DEL MODELO TEÓRICO HEDÓNICO.

Tomando como referencia el modelo descrito en el apartado anterior, se procede a detallar la problemática en la estimación del citado modelo. Para su desarrollo se diferencia entre la relativa al campo económico y al econométrico.

En lo que los principales problemas econométricos se refieren, se reverencian los siguientes:

- Un problema importante es la utilización de la forma funcional adecuada para la estimación del modelo⁵, ya que los atributos de la vivienda se dan conjuntamente, de forma simultánea y no de manera aditiva.
- Otro de los problemas más recurrentes es el de la multicolinealidad, debida a la potencial relación entre los componentes del vector z , i.e. características de la vivienda. Será pues necesario utilizar los métodos de estimación adecuados que tengan presente este fenómeno.
- Por último, indicar la posible presencia de heterocedasticidad, con las consiguiente pérdida de propiedades muestrales entre los estimadores del modelo al tratarse de una muestra de datos de corte transversal.

En lo que a problemas económicos se refiere, se detallan principalmente los siguientes:

- El primer aspecto a desarrollar es el relativo a la determinación de las variables exógenas, atributos de la vivienda, a considerar. En principio no existe ningún tipo de limitación, sólo las relativas a cada trabajo empírico, pero se plantean dos tipos de problemas, uno relativo a la cantidad de variables explicativas introducidas en el modelo, y otro relativo a la escala de medida de las mismas. Aunque en la literatura

⁵ Goddman y Kawai (1984), Graves y otros (1988), Can (1992)

hedónica es usual encontrar un gran número de características incluidas en el modelo, en la práctica, estimar esto puede requerir la estimación de un sistema de ecuaciones simultáneas muy elevado. En lo relativo a la escala, se consideran por tanto un gran número de variables de las que la mayoría son en escala nominal, con la consecuente problemática relativa a la estimación utilizando variables medidas en esta escala.

- Otro problema es que dado que la mayoría de investigaciones relacionadas con la función hedónica suponen que los datos de la muestra se corresponden con observaciones de equilibrio, es necesario que en la práctica se posea información perfecta sobre los precios de la vivienda⁶.

⁶ Caridad y Ceular, (2000)

2.4.- SISTEMA NEURONALES ARTIFICIALES.

Los Sistemas Neuronales Artificiales, cuyos orígenes se remontan a los trabajos de McCulloch y Pitts (1943), que conciben los fundamentos de la computación neuronal, y Hebb (1949), tratan de mimetizar la estructura computacional del sistema nervioso humano para resolver problemas de carácter cognitivo que no son fáciles de programar en modo algorítmico¹. Sus primeras aplicaciones fueron la modelización de distintos procesos de la actividad neurobiológica, pero pronto se comenzó a investigar su aplicabilidad al control y proceso de señales, en tiempo real y al análisis de datos, que pueden considerarse, hoy día quizá sus tres principales campos de aplicación².

En 1957, Rosenblatt comienza el desarrollo del *Perceptron*, primera red neuronal con capacidad de generalización, pero incapaz de resolver el problema de la función OR-exclusiva, y clasificación de clases linealmente separables. Dos años después Widrow y Hoff (1959) desarrollarán un nuevo modelo de red *Adaline* pionera en aplicaciones a problemas reales. Minsky y Papert (1969) publicaron el *Perceptrons*, donde se demuestra que las limitaciones de este tipo de red incapaz de resolver problemas, eran demasiado importantes. Hasta 1982 se paraliza la investigación en inteligencia artificial, exceptuando las investigaciones de Kohonen (1977) que da su propio nombre a un tipo de red de clasificación y Fukushima (1980) que desarrolla el *Neocognitrón*, y será Holpfeld que la reactive introduciendo las llamadas funciones de activación y a partir de esta fecha emergen organizaciones tan prestigiosas como *International Neural Network Society (INNS)*, *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, la alternativa europea conocida como *International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN)*, la *Neural Information Processing Systems (NIPS)* entre otras³.

¹ Elices (1998).

² Martín del Brío y Sanz de Molina (1997).

³ Freeman (1995)

En el mundo real muchos problemas no son linealmente separables, y para abordar estas situaciones se utiliza el perceptron multicapa (MLP). Por primera capa de neuronas procesa el espacio de entrada y la segunda constituye las funciones discriminantes. Una tercera capa permite definir superficies discriminantes no convexas y disjuntas. El MLP tiene la propiedad de universalidad: si se usa la función de activación logística, una función de decisión de frontera continua puede aproximarse mediante una red con dos capas y suficientes neuronas ocultas.

1.- DEFINICIÓN DE RED NEURONAL.

Rumelhart, D.E. y McClelland, J.L. (1986) definen la Red Neuronal Artificial como una red compuesta de varios operadores simples (elementos de proceso (PE) o nodos), dotados de una pequeña cantidad de memoria. Las unidades están conectadas mediante canales de comunicación unidireccionales (axones), los cuales transportan datos. Los nodos únicamente operan sobre sus datos locales y sobre las entradas que recibe a través de los axones. Así, todo modelo neuronal queda caracterizado por ocho componentes básicos, a saber⁴:

- *Un conjunto de unidades de procesamiento* El conjunto de elementos simples e interconectados (neuronas) que procesan la información, y que suelen disponerse en capas o niveles estructurados jerárquicamente.
- *Un estado de activación* que en cada instante t , representa el nivel de activación de cada neurona u_i , a través de un valor de activación real;
- *Unas salidas de las unidades de activación*, que en cada instante determinarán la señal que cada neurona u_j envía a sus vecinas. Así, la salida que la neurona u_j aportará en el instante t , $O_j(t)$ quedará determinado por;

⁴ Martínez de Lejarza, (1996).

- *Un patrón de conexión* que establecerá la topología propia de la red, su eventual jerarquización por capas y la intensidad de las distintas interconexiones. El patrón se representaría por una matriz de pesos o ponderaciones sinápticas, W en la que w_{ji} representa la intensidad y sentido con el que la salida de la neurona i -ésima afecta a la activación de la neurona j -ésima. En todo modelo neuronal es necesario disponer de una regla de propagación que combine las salidas de cada neurona con las correspondientes ponderaciones establecidas por el patrón de conexión para especificar como se valoran las entradas que reciba de cada neurona. El efecto global sobre una neurona u_j de todas las demás, puede considerarse aditivo y constituye la entrada neta: $net_j = \sum w_{ji} o_j(t) = \sum w_{ji} f(a_i(t))$.

A partir de lo visto hasta el momento, puede deducirse que dependiendo del modelo de red neuronal en concreto que se utilice tanto en lo que a arquitectura o topología de conexión, como al algoritmo de aprendizaje, surgirán multitud de modelos de redes neuronales diferente.

Los modelos de redes neuronales se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Híbridos: RBF, Contrapropagación.

- Supervisados.
 - Realimentados: BSB, Mapa Fuzzy.

 - Unidireccionales: Perceptron, Adelina, Madalina, Perceptron Multicapa, GRNN, LVQ, Máquina de Boltzma, Correlación en cascada.

- No supervisados:
 - Realimentados: ART1,2,3, Holpfield, BAM.

 - Unidireccionales: LAN, OLAM, Kohonen, Neocognitrón.

- Reforzados: Aprendizaje reforzado.

2.- EL PERCEPTRÓN MULTICAPA

Una clase especialmente importante de modelos es el Perceptrón Multicapa, (MLP). Debido a su interés histórico, generalidad y al ilustrar una amplia clase de aspectos que aparecen con frecuencia en todo el campo de las redes neuronales (clasificación, aproximación lineal, etc.), se han convertido en los modelos más útiles desde el punto de vista de las aplicaciones prácticas. Los orígenes del Perceptrón Multicapa (MLP) se remontan a los inicios de los cincuenta. (Rosemblatz, 1952) introduce el perceptrón simple, un modelo unidireccional compuesto por dos capas de neuronas, una de entrada y otra de salida. La importancia del perceptrón simple radicaba en su carácter de dispositivo entrenable pues el algoritmo de aprendizaje permitía que se determinaran automáticamente los pesos sinápticos que clasificaban un conjunto de patrones etiquetados⁵. El perceptrón multicapa permite ahora establecer regiones de decisión mucho más complejas que las de dos semiplanos, tal y como hiciese el perceptrón simple.

EL MLP suele entrenarse mediante el algoritmo denominado retropropagación de errores (BP), o bien haciendo uso de algunas de sus variantes o derivados. Este motivo lleva a denominar dicho modelo de red como *red de retropropagación* o simplemente BP⁶. Una de las características más importantes de este algoritmo es la representación interna del conocimiento, que es capaz de organizar en la capa intermedia de la RNAs para conseguir cualquier correspondencia entre la entrada y la salida de la red. De forma simplificada, el funcionamiento de una red BPN consiste en un aprendizaje de un conjunto definido de pares de entrada -salidas dados como ejemplo, empleando un ciclo propagación- adaptación de dos fases: primero se aplica un patrón de entrada como estímulo para la primera capa de las neuronas de la red, se va propagando a través de todas las capas superiores hasta generar una salida, se compara

⁵ Martín del Brío, A. y Sanz de Molina, A. (1997).

⁶ Rumelhart (1986), Hinton, McClelland y otros.

el resultado obtenido en las neuronas de salida con la salida que se desea obtener y se calcula el valor del error para cada neurona de salida. A continuación, estos errores se transmiten hacia atrás, partiendo de la capa de salida, hacia todas las neuronas de la capa intermedia que contribuyan directamente a la salida, recibiendo el porcentaje de error aproximado a la participación de la neurona intermedia de la salida original. Este proceso se repite capa por capa, hasta que todas las neuronas hayan recibido un error que describa su aportación relativa al error total. Basándose en el valor del error recibido, se reajustan los pesos de conexión de cada neurona, de manera que, en la siguiente vez que se presente el mismo patrón, la salida esté más cercana a la deseada; es decir, el error disminuya⁷. Así, la importancia de la red BPN consiste en su capacidad de autoadaptar los pesos de las neuronas de las capas intermedias para *aprender* la relación que existe entre un conjunto de patrones dados como ejemplo y sus salidas correspondientes. Esto dota a la red de la capacidad de generalización, entendida como la facilidad de dar salidas *satisfactorias* a entradas que el sistema *no ha visto nunca* es su fase de entrenamiento. La red debe encontrar una representación interna que le permita generar las salidas deseadas cuando se le den las entradas de entrenamiento, y que pueda aplicar, además, a entradas no presentadas durante la etapa de aprendizaje para clasificarlas según las características que compartan con los ejemplos de entrenamiento.

2.1.- LA REGLA DELTA GENERALIZADA.

Widrow (1960) propone dicha regla para RNA cuyos elementos de procesamiento presentan funciones de activación continuas⁸, dando lugar al algoritmo de retropropagación.

Este tipo de algoritmo utiliza una función o superficie de error asociada a la red, buscando el estado de mínimo error *a través del camino descendente* de dicha

⁷ Martín del Brío (1997).

⁸ Debe ser funciones continuas (lineales o sigmoidales). A diferencia de las función escalón que se utilizaba en el perceptron, ya que no es derivable en el punto donde se presenta la discontinuidad.

superficie. Para ello, realiza modificaciones de los pesos en un valor proporcional al gradiente descendente de dicho error.

Sea: δ : salida deseada- salida obtenida

y_j : salida neurona U_j

w_{ji} : peso procedente de U_i , dirección U_j

p : patrón de aprendizaje

α : tasa de aprendizaje.

Se obtiene que:

$$\Delta w_{ji}(t+1) = \alpha \delta_{pj} y_{pi}$$

si además:

d_{pj} : salida deseada neurona j

net_j = entrada neta que recibe U_j

se tiene que⁹:

$$\delta_{pj} = (d_{pj} - y_{pj}) \cdot f'(net_j) \quad (1)$$

⁹ (1) se utiliza para cuando U_j sea unidad de salida, por lo que el error que se produce está en función del error que se conecta con las neuronas que reciban como entrada la salida de dicha neurona y (2) se utilizará si la unidad es oculta, por lo que el error que se produce en una neurona oculta es la suma de errores que se producen en las neuronas a las que esté conectada la salida de éstas, multiplicando cada una de ellas por el peso de conexión (k representa todas aquellas neuronas a las que está conectada la salida U_j)

$$\delta_{pj} = \left(\sum \delta_{pk} w_{kj} \right) \cdot f'(net_j) \quad (2)$$

2.2.- MÉTODO DE LOS MOMENTOS.

Rumelhart, Hinton y William (1986) sugieren una adicción de un momento para controlar las oscilaciones producidas por la inclusión de la tasa de aprendizaje¹⁰. Para ello, se añade un término (momento), β , que determina el efecto en el instante $t + 1$, del cambio de pesos en el instante t , consiguiendo la convergencia en menor número de iteraciones.

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \alpha \delta_{pj} + \beta (w_{ij}(t) - w_{ij}(t-1))$$

$$\Delta w_{ij}(t+1) = \alpha \delta_{pj} y_{pi} + \beta w_{ij}(t)$$

Se debe indicar que si bien la variante del término de momento es una de las más utilizadas, existen otras más complejas como las basadas en gradientes conjugados o las que utilizan matriz hessiana¹¹.

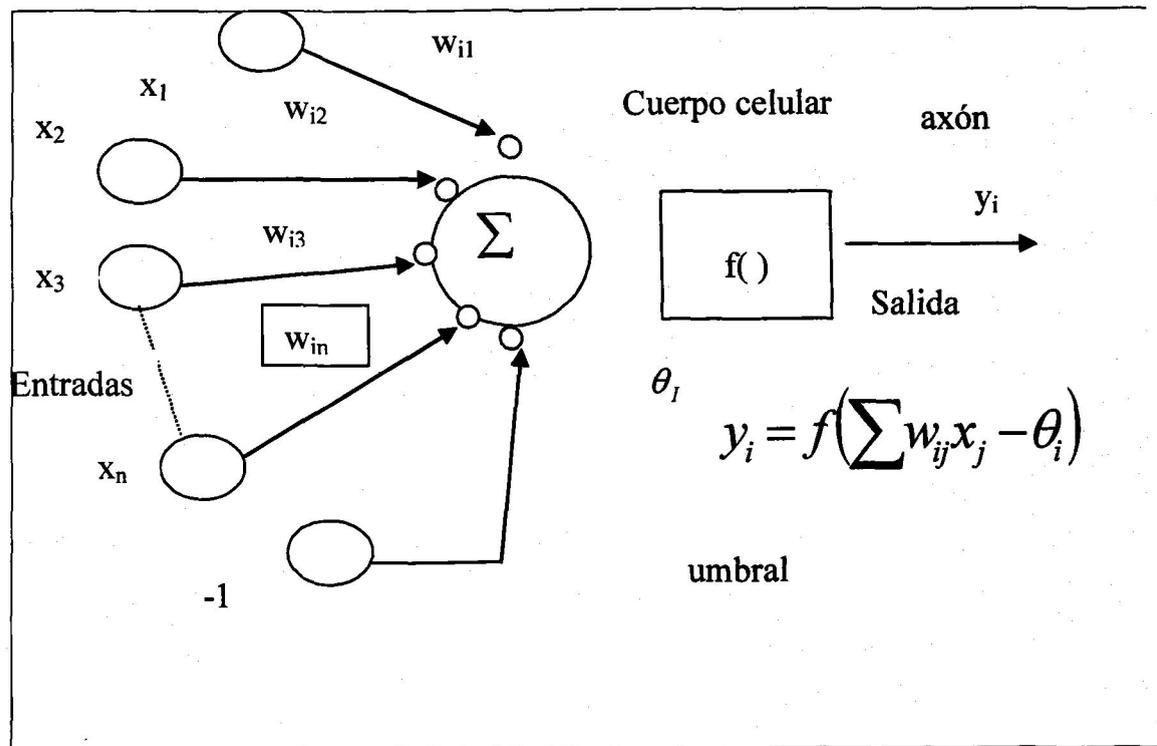
En resumen, el esquema a seguir sería el siguiente¹². En primer lugar se inicializan los pesos de la red con valores pequeños aleatorios, a continuación se le presenta un patrón de entrada X_p ($X_{p1}, X_{p2}, \dots, X_{pk}$) a la vez que se especifica la salida deseada (d_1, d_2, \dots, d_g). Posteriormente se procede a calcular la salida de la red (y_1, y_2, \dots, y_m) previo cálculo de las entradas netas a las neuronas ocultas, procedentes a su vez de las neuronas de entrada, de las salidas de dichas neuronas ocultas, hasta llegar a la neurona de salida. Continúa el proceso calculando los términos del error para todas las

¹⁰ A mayor tasa de aprendizaje, mayor modificación en los pesos que, aunque incrementa el tiempo de aprendizaje, da lugar a aumentos en las oscilaciones. (Rumelhart (1986)).

¹¹ Bishop (1994) y Hertz-Nielsen (1991).

¹² Hilera, (1997).

neuronas, y a partir de dichos valores se procede a la actualización de los pesos. El proceso continúa hasta que se alcanza un error aceptablemente pequeño.



CAPÍTULO 3

MATERIALES UTILIZADOS

1.- DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.

1.- MARCO FÍSICO

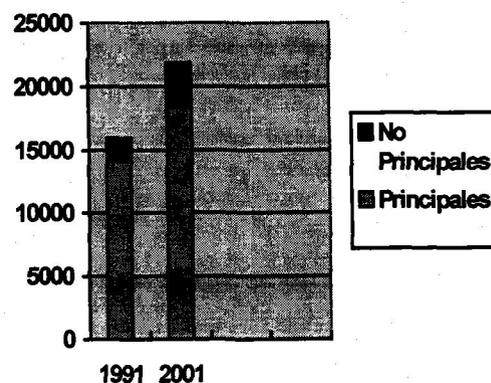
La Ciudad de Melilla se halla enclavada en la parte oriental del trapecio que forma la Península de Tres Forcas, que es el punto más avanzado del Continente africano en el Mediterráneo Occidental. Se encuentra a 35° 17' 40'' de latitud Norte, y a 3° 15' 55'' de longitud Este del Meridiano de San Fernando.

El acta por la que se reconocen oficialmente los límites territoriales de Melilla, fue suscrita en Tánger el día 26 de junio de 1862, y por ellas se nos asignaron en plena soberanía 12.333.263 metros cuadrados (algo más de 12 Km. cuadrados), y cuyos límites se establecieron:

Por el Norte y Oeste, la Kábila de Beni Sicar; por el Este y Sur, la de Mazuza, siendo su límite oriental el mar Mediterráneo dentro del arco que forma los Cabos de Tres Forcas y de Agua.

En el siguiente Gráfico se muestra la evolución de la población de Melilla, así como el número de viviendas, en los años 1991, 1996, 2001. El estudio se centrará en el periodo 1.996-2.001.

	1991	1996	2001
Población	56600	59576	66411
Vivienda	15969	18155	21879



Observándose que la diferencia relativa entre la población de 1.991 y 2.001 es del 17'33¹, (nueve mil ochocientas once personas, ocupando el cuarto lugar tras Guadalajara, Baleares, Almería). En viviendas nuevas observamos que hay un aumento de 5.910 Viviendas. Éste dato es importante ya que nuestro estudio utiliza una muestra de viviendas nuevas construidas en el periodo 1.998 – 1.999.

La tipología de la vivienda es la siguiente:

1.- Viviendas Principales.

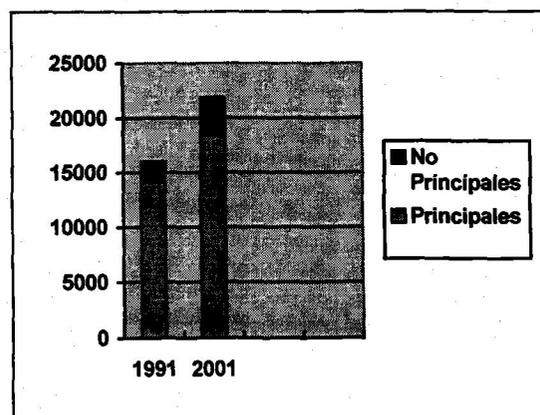
2.- Viviendas No Principales.

2.1.- Secundarias.

2.2.- Vacías.

2.3.- Otro Tipo.

	1991	2001
Principales	14080	18348
No Principales	1889	3531
TOTALES	15969	21879



Por tanto el universo total de viviendas en la ciudad de Melilla es de 21.879², siendo el aumento de 5.910, en el periodo de 1.991 al 2001. Las aproximadamente 6.000 viviendas son el objeto de este estudio.

¹ Fuente: INE. Censo de Población y Viviendas 2.001

² Fuente: I.N.E. Censo de Viviendas 1.991, 2.001

2.- POBLACIÓN.

La Ciudad de Melilla está dividida en ocho Distrito, con sus correspondientes secciones, (I-1, I-2, II-1, II-2, II-3, III-1, III-2, IV-1, IV-2, IV-3, V-1, V-2, V-3, V-4, V-5, V-6, VI-1, VI-2, VI-3, VII-1, VII-2, VII-3, VIII-1, VIII-2, VIII-3, VIII-4, VIII-5, VIII-6, VIII-7, VIII-8, VIII-9, VIII-10, VIII-11, VIII-12). Se dispone de un estudio detallado en el que se clasifican, a partir de la renta media de los vecinos de cada uno de los barrios que componen la Ciudad de Melilla. Así, se obtienen la división de la Ciudad por tramos de Renta.

ZONAS	NIVELES DE RENTA MEDIA POR BARRIOS	DISTRITOS Y SECCIÓN
ZONA 1	Barrios de Renta Baja	V-2, V-3, V-6,
ZONA 2	Barrios de Renta Media Baja	III-1, III-2, IV-1, IV-2, IV-3, V-1, V-4, V-5, VII-3,
ZONA 3	Barrios de Renta Media	I-1, II-1, II-2, II-3, VI-3, VII-1, VII-2, VIII-1, VIII-2, VIII-3, VIII-4, VIII-5, VIII-6, VIII-8, VIII-9, VIII-10
ZONA 4	Barrios de Renta Media Alta	I-1, VI-1, VI-2, VIII-7, VIII-11, VIII-12
ZONA 5	Barrios de Renta Alta	

3.- MUESTRA.

Se examinan las licencias de obras desde el año 1.997 hasta el 2.000, fijándonos en las viviendas nuevas, (1.998-1.999) seguidamente se contrasta con la Administración así como con las Agencias de la Propiedad Inmobiliaria, y se cumplimenta un cuestionario con las características tanto internas de la vivienda, como externas del edificio donde se ubica la vivienda. Se debe indicar que de esta forma el estudio de mercado tiene una alta representación del mercado real.

4.- COBERTURA DE LA MUESTRA.

1.- TAMAÑO DE LAS MUESTRAS.

Se han examinado 5.000 expedientes correspondientes a viviendas nuevas vendidas durante los años 1.998 y 1.999, siendo nuestra muestra en 2.724 vivienda.

2.- COMPOSICIÓN.

Analizados los expedientes se observa la distribución de la construcción de viviendas nuevas en las distintas zonas geográficas de la Ciudad.

3.2.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA.

Para realizar un estudio sobre la estimación del precio de la vivienda nueva en la Ciudad de Melilla, se utiliza la información aportada la Consejería de Urbanismo, EMVISMESA (Empresa Municipal de la Vivienda y el Suelo de Melilla. S.A.), y aquellas Agencias Inmobiliarias¹ consultadas para la recogida de la información.

Para la recogida de la información se confecciona una encuesta, que a continuación se detalla, donde se recogen la totalidad de características de la vivienda, tanto internas del inmueble, como externas del edificio donde se ubica.

La información se lleva a cabo durante los años 1.998-1.999 con un total de 2.674 expedientes procedentes de viviendas nuevas vendidas en este periodo.

Para la elaboración del cuestionario se tuvieron en cuenta un conjunto de variables determinantes de la vivienda, en total 88 variables. Dichas variables las agruparemos en dos grandes bloques:

1.- Variables Internas de la vivienda.

1.- Básicas.

2.- Generales.

1.- Estado.

2.- Reformas

3.- Tipo.

4.- Orientación.

5.- Económicas.

2.- Variables externas del edificio.

1.- Básicas.

2.- Generales.

3.- Extras.

¹ LIDERSUR, AFIME, JIMAR.

4.- Accesibilidad.

5.- Localización.

6.- Ubicación.

El documento de recogida de datos empleado es el siguiente:

ENCUESTA TIPO

Expediente n°: _____

CARACTERÍSTICAS INTERNAS DE LA VIVIENDA

1.- Vivienda unifamiliar.

- Si
 No

2.- Tipo de vivienda:

- Protegidas - V.P.O.- Unifamiliar (1)
 Protegidas - V.P.O.- Plurifamiliar (2)
 Protegidas - V.P.T. - Unifamiliar (3)
 Protegidas - V.P.T. - Plurifamiliar (4)
 No protegidas - Unifamiliar (Autoconstrucción) (5)
 No protegidas - Plurifamiliar - Bloque (6)
 No protegidas - Plurifamiliar - Chalet (7)

3.- Número de viviendas

Número: _____

4.- Urbanización cerrada:

- Si
 No

5.- Tipo de viviendas por planta:

Texto: (A, B, C): _____

6.- Numero de viviendas por planta:

Número: _____

7.- ¿Es piso de Súper lujo?:

Si (1)

No (0)

8.- Nivel de Renta:

Alta(5)

Media Alta(4)

Media(3)

Media baja(2)

Baja(1)

Muy baja(0)

9.- Domicilio (calle o plaza):

Calle: _____

10.- Barrio donde se ubica:

Nombre del Barrio: _____

Nº de Distrito: _____

Nº de la Sección o Categoría: _____

11.- Mayoritariamente exterior:

Si (1)

No(0)

12.- Vistas al mar:

Si (1)

No(0)

13.- Superficie: Metros cuadrados: Útiles

Nº de Metros cuadrados: _____

14.- Superficie: Metros cuadrados: Construidos

Nº de Metros cuadrados: _____

15.- Planta en que está la vivienda:

Intermedia(2)

Baja(1)

Alta(0)

16.- Número de dormitorios:

Número: _____

17.- Número de armarios empotrados:

Número: _____

18.- Número de Terrazas:

Número: _____

19.- Número de cuartos de baño:

Número: _____

20.- Nº Aseos:

Número: _____

21.- Posesión de aparato de Aire Acondicionado:

Si (en caso de posesión de aparato):

Central

Aparatos individual. (en caso de aparato Individual):

Número de aparatos individuales: _____

Ventilación(2)

Hidráulica(1)

Otros

No (en caso de no posesión de aparato):

Preinstalación

Hueco

Nada

22.- Tiene calefacción central:

Si (1)

No(0)

23.- Posesión de lavadero:

Si (1)

No(0)

24.- Posesión de despensa:

Si (1)

No(0)

25.- Posesión de Trastero:

Si (1)

No(0)

- 26.- Posesión de Taquilla:
- Si (1)
- No(0)
- 27.- Posesión de Garaje:
- Si (1)
- No(0)
- 28.- Acceso directo al garaje dentro del edificio:
- Si (1)
- No(0)
- 29.- Estado de la cocina sin amueblar:
- Muy Bueno(3)
- Bueno(2)
- Regular(1)
- Reformar o mal(0)²
- 30.- Estado de la cocina amueblar:
- Muy Bueno(3)
- Bueno(2)
- Regular(1)
- Reformar o mal(0)³
- 31.- Estado de los baños:
- Muy Bueno(3)
- Bueno(2)
- Regular(1)
- Reformar o mal(0)⁴
- 32.- Estado de los aseos:
- Muy Bueno(3)
- Bueno(2)
- Regular(1)
- Reformar o mal(0)⁵

² Muestra el estado general de cada atributo especificado (cocina, baños, suelo), que recoge la imagen que el encuestado percibe de cada componente a primera vista.

³ Muestra el estado general de cada atributo especificado (cocina, baños, suelo), recogiendo la imagen que el encuestado percibe de cada componente a primera vista.

⁴ Muestra el estado general de cada atributo especificado (cocina, baños, suelo), recogiendo la imagen que el encuestado percibe de cada componente a primera vista.

⁵ Muestra el estado general de cada atributo especificado (cocina, baños, suelo), recogiendo la imagen que el encuestado percibe de cada componente a primera vista.

33.- Estado de la carpintería Interior:

Bueno(2)

Regular(1)

Malo(0)

34.- Tipo de suelo:

Mármol(3)

Parquet(2)

Terrazo(1)

Otros: determinar: _____

35.- Necesidad de reformas en Tuberías de agua:

Si (1)

No(0)

36.- Necesidad de reformas eléctricas:

Si (1)

No(0)

37.- Necesidad de reformas en cerramientos:

Si (1)

No(0)

38.- Necesidad de reformas en carpintería

Si (1)

No(0)

39.- Gastos de Comunidad:

Comunidad en Miles de ptas/mes: _____

- 40.- Precio de mercado de la vivienda:
Miles de pesetas: _____
- 41.- Precio de Suelo:
Miles de pesetas: _____
- 42.- Precio de construcción:
Miles de pesetas: _____
- 43.- Precio de metro cuadrado:
Miles de pesetas: _____
- 44.- Precio de Garaje:
Miles de pesetas: _____
- 45.- Precio del Trastero:
Miles de pesetas: _____
- 46.- Precio de la Taquilla:
Miles de pesetas: _____

CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DEL EDIFICIO

47.- Año de construcción del edificio:

Año: _____

48.- Ubicación en Barrio:

Calle principal

Zona central

Periferia

49.- Situación dentro del barrio⁴:

Muy Buena(2)

Buena(1)

Mala(0)

50.- Número de Bloques:

Número: _____

51.- Número de pisos por Bloque:

Número: _____

52.- Número de pisos por Planta:

Número: _____

53.- Superficie de la parcela:

Metros cuadrados: _____

54.- Superficie del Bloque:

Metros cuadrados: _____

⁴ Se analizará la situación geográfica del edificio con relación al barrio donde el mismo esté ubicado. Pretendemos ponderar la situación del edificio con respecto al centro comercial, administrativo y político de su propio barrio.
Muy Buena: Situado dentro del centro comercial de su barrio.
Buena: Situado a menos de cinco minutos caminando de dicho centro comercial.
Mala: Situado a más de siete minutos caminando.

55.- Superficie de las viviendas:

Metros cuadrados: _____

56.- Superficie zonas comunes:

Metros cuadrados: _____

57.- Superficie zonas ajardinadas:

Metros cuadrados: _____

58.- Superficie zonas deportivas:

Metros cuadrados: _____

59.- Totales superficies:

Metros cuadrados: _____

60.- Estado de conservación del Edificio:

Bueno (2)

Regular (1)

Malo (0)

61.- Estado de conservación del Portal:

Bueno

Regular

Malo

62.- Estado de conservación de la Fachada:

Bueno

Regular

Malo

- 63.- Estado del portal
- Ostentos
 - De lujo
 - Corriente
- 64.- Posesión de antena parabólica:
- Si (1)
 - No(0)
- 65.- Posesión de piscina comunitaria:
- Si (1)
 - No(0)
- 66.- Posesión de zonas ajardinadas en edificio:
- Si (1)
 - No(0)
- 67.- Existencia de ascensor dentro del edificio:
- Si (1)
 - No(0)
- 68.- Número de ascensores:
- Número: _____
- 69.- Planta en edificio:
- Número: _____
- 70.- Facilidad de aparcamiento en horas puntas⁵:
- Siempre(2)
 - A veces(1)
 - Nunca(0)

⁵ Pretendemos concretar en el caso de búsqueda de aparcamiento si se consigue estacionar el coche:

Siempre: No tengo ningún problema.

A veces: La búsqueda de aparcamiento puede presentar cierta dificultad.

Nunca: Imposible encontrar aparcamiento en esa zona.

71.- Proximidad a zonas verdes (parques):

- Muy próximo(3)
- Próximo(2)
- Alejado(1)
- Muy alejado(0)

72.- Proximidad a instituciones educativas (públicas)⁶:

- Muy próximo(3)
- Próximo(2)
- Alejado(1)
- Muy alejado(0)

73.- Proximidad a instituciones educativas (privadas)⁶:

- Muy próximo(3)
- Próximo(2)
- Alejado(1)
- Muy alejado(0)

74.- Proximidad a grandes superficies comerciales⁶:

- Muy próximo(3)
- Próximo(2)
- Alejado(1)
- Muy alejado(0)

75.- Proximidad al centro de la ciudad.⁶:

- Muy próximo(3)
- Próximo(2)
- Alejado(1)
- Muy alejado(0)

76.- Facilidad de acceso a la vivienda desde otras zonas de la ciudad.⁷:

- Muy fácil(3)
 Fácil(2)
 Difícil(1)
 Muy difícil(0)

77.- Número de paradas de autobuses de línea en la manzana:

Número: _____

78.- Infraestructuras: Alumbrado⁸:

- Malo.
 Regular
 Bueno.
 Muy bueno.

79.- Infraestructuras: Agua.

- Malo.
 Regular
 Bueno.
 Muy bueno.

80.- Infraestructuras: Alcantarillas.

- Malo.
 Regular
 Bueno.
 Muy bueno.

⁷ Se concretará estableciendo como:

Muy Fácil: Si el trayecto se realiza a través de vías principales mayoritariamente.

Fácil: Si en el trayecto se emplean vías principales y secundarias.

Difícil: Si en el trayecto se emplean vías secundarias mayoritariamente.

Muy difícil: Si en el trayecto se emplean vías secundarias y terciarias.

La clasificación del tipo de vía se basa en:

Vía principal: Vías de dos o más carriles por sentido. Con semáforos en incorporaciones provienen únicamente de vías secundarias. Usualmente denominadas avenidas.

Vía secundaria: Vías de uno a dos carriles por sentido. Dan acceso a las vías terciarias Parcialmente con semáforos.

Vía terciaria: Vías de un solo sentido y carril, con incorporaciones sin semáforos. Se comunican mediante vías secundarias.

⁸ Se clasifican las infraestructuras y los equipamientos en

Malos (1)

Regular (2):

Buenos (3):

Muy bueno (4)

81.- Infraestructuras: Vías Públicas.

- Malo.
- Regular
- Bueno.
- Muy bueno.

82.- Equipamiento: Comercial.

- Malo.
- Regular
- Bueno.
- Muy bueno.

83.- Equipamiento: Asistencial.

- Malo.
- Regular
- Bueno.
- Muy bueno.

84.- Equipamiento: Religioso.

- Malo.
- Regular
- Bueno.
- Muy bueno.

85.- Equipamiento: Lúdico.

- Malo.
- Regular
- Bueno.
- Muy bueno.

86.- Equipamiento: Deportivo.

- Malo.
- Regular
- Bueno.
- Muy bueno.

87.- Estado civil:

Soltero (3)

Casado(2)

Viudo(1)

Otro(0)

88.- Índice del Catastro:

Número: _____

1.- DEFINICIÓN DE LA VARIABLES.

En este apartado se detalla la clasificación de las variables.

INTERNAS DE LA VIVIENDA		EXTERNAS DEL EDIFICIO	
BÁSICAS	Superficie (metros cuadrados)	BÁSICAS	Edad del edificio
	Planta en la que está la vivienda		Ubicación
	Número de dormitorios	GENERALES	Estado del edificio
	Número de Armario empotrados		Estado del portal
Número de Terrazas	Estado de la fachada		
Número de Cuartos de Baño	EXTRAS	Portal	
Número de Aseos		Piscina	
Climatización		Jardín	
Lavadero		Parabólica	
Despensa	ACCESIBILIDAD	Ascensor	
Trastero		Planta del edificio	
Taquilla		Garaje	
GENERALES	ESTADO	Estado de la cocina	LOCALIZACIÓN
		Estado del baños	
	Estado del aseo	Situación en barrio	
	Tipo del suelo		
REFORMAS	Ref. de agua	UBICACIÓN	
	Ref. cerramiento		
Ref. electricidad			
Ref. Carpintería			
TIPO	Tipo de vivienda	N	
	Urbanización Cerrada		
ORIENTACIÓN	Exterior		
	Vistas al mar		
ECONÓMICAS	Gastos de comunidad	Aparcamiento	
	Precio de mercado	Proximidad a Zonas Verdes	
		Proximidad a Inst. Públicos	
		Proximidad a Inst. Privados	
		Prox. a Grandes Superficies	
		Prox. al centro de la Ciudad	
		Facilidad de acceso	
		Número de paradas del Bus	
		Infraestructura	
		Equipamiento	

1.1.- VARIABLES EXTERNAS DEL EDIFICIO

En este apartado se detalla toda la información recogida en las encuestas. El Cuadro nº 1, mostrado las variables relativas a la localización de la vivienda, ya sea en el conjunto de la ciudad o dentro del mismo barrio.

Cuadro nº 1: Localización

Barrio (10)	nº de Distrito (nº)
Situación en barrio (49)	Muy buena (2)
	Buena (1)
	Mala (0)

En el Cuadro nº 2 se especifican las variables que recogen información relativa al edificio, en que se encuentra la vivienda. Este grupo de variables se refiere a características básicas del edificio, i. e., y que no están relacionadas ni con su localización y ni con el estado de la vivienda.

Muy Buena: Situación dentro del centro comercial de su barrio.

Buena: Situado a menos de cinco minutos caminando de dicho centro comercial.

Mala: Situación a más de siete minutos caminando.

Cuadro nº 2: Características básicas del edificio

Edad del Edificio (47)	Año (nº)
Ubicación dentro del barrio (48)	Calle principal (2)
	Zona central (1)
	Periferia (0)

En la Ubicación dentro del Barrio, se analizará la situación geográfica del edificio con relación al barrio donde el mismo esté ubicado. Pretendemos ponderar la situación del edificio con respecto al centro comercial, administrativo y político de su propio barrio.

Así mismo, se recogió otra información referida al edificio, también independiente de la zona o de la vivienda, que refleja características del mismo que podían atraer a un posible comprador, ya que son atributos deseables, a priori, por cualquier ciudadano.

Cuadro n° 3: Extras del edificio

Portal (63)	Ostentoso (2) De lujo (1) Corriente (0)
Piscina (65)	Tiene (1) No tiene (0)
Jardín (66)	Tiene (1) No tiene (0)
Parabólica (64)	Tiene (1) No tiene (0)

La característica general del edificio donde se ubica la vivienda se analiza en cuadro n° 4.

Cuadro n° 4: Características Generales del edificio.

Estado del edificio (60)	Bueno (2) Regular (1) Malo (0)
Estado del portal (61)	Bueno (2) Regular (1) Malo (0)
Estado de la fachada(62)	Bueno (2) Regular (1) Malo (0)

Con el estado del edificio se pretende valorar la edad de construcción del edificio. Para su obtención se clasifica en:

Bueno: Hasta tres años de antigüedad.

Regular: entre tres y quince años.

Malo: con más de quince años de antigüedad.

El estado del portal y de la fachada resalta el aspecto del portal y la fachada del edificio donde se ubica el inmueble. Dichas variables se componen de tres categorías:

Buena: si se conserva en buen estado.

Regular: Si necesita leves reformas, pero resulta aceptable.

Malo: Si el portal necesita una completa reforma.

Cuadro n° 5: Accesibilidad

Ascensor (67)	Si (1) No (0)
Planta del edificio (69)	Número
Acceso directo al Garaje (28)	Si (1) No (0)

En el cuadro n°5 se recoge el Acceso directo al Garaje mediante ascensor situado en el mismo edificio donde se ubica la vivienda.

El Ascensor se refiere a la existencia de ascensor en el edificio donde se ubica la vivienda.

La Planta se refiere al número de plantas del edificio.

Cuadro n° 6: Ubicación

Aparcamientos (70)	Siempre (2) A veces(1) Nunca(0)
Proximidad a Zonas Verdes (71)	Muy próximo (3) Próximo (2) Alejado (1) Muy alejado (0)
Proximidad a Instituciones educativas Públicos (72)	Muy próximo (3) Próximo (2) Alejado (1) Muy alejado (0)
Proximidad a Instituciones educativas Privadas (73)	Muy próximo (3) Próximo (2) Alejado (1) Muy alejado (0)

Proximidad a Grandes Superficies (74)	Muy próximo (3) Próximo (2) Alejado (1) Muy alejado (0)
Proximidad al centro de la Ciudad (75)	Muy próximo (3) Próximo (2) Alejado (1) Muy alejado (0)
Facilidad de acceso a la vivienda desde otra zona de la Ciudad (76)	Muy fácil (3) Fácil (2) Difícil (1) Muy difícil (0)
Nº de paradas de autobuses de línea en la manzana (77)	Número.
Infraestructura: Alumbrado: (78)	Malo (1) Regular (2) Bueno (3) Muy bueno (4)
Agua: (79)	Malo (1) Regular (2) Bueno (3) Muy bueno (4)
Alcantarillado: (80)	Malo (1) Regular (2) Bueno (3) Muy bueno (4)
Vías Públicas: (81)	Malo (1) Regular (2) Bueno (3) Muy bueno (4)
Equipamiento: Comercial: (82)	Malo (1) Regular (2) Bueno (3) Muy bueno (4)
Asistencial: (83)	Malo (1) Regular (2) Bueno (3) Muy bueno (4)
Religioso: (84)	Malo (1) Regular (2) Bueno (3)

Lúdico: (85)	Muy bueno (4) Malo (1) Regular (2) Bueno (3) Muy bueno (4)
Deportivo: (86)	Malo (1) Regular (2) Bueno (3) Muy bueno (4)

En este cuadro la variable aparcamiento pretende concretar en el caso de busque de aparcamiento si se consigue estacionar el coche:

Siempre: No tengo ningún problema.

A veces: La búsqueda de aparcamiento puede presentar cierta dificultad.

Nunca: Imposible encontrar aparcamiento en esa zona.

La Proximidad a Zonas Verdes, Proximidad a Instituciones educativas Públicos, Proximidad a Instituciones educativas Privadas, Proximidad a Grandes Superficies Comerciales, y Proximidad al centro de la Ciudad se concretan estableciendo como:

Muy Próximo: a menos de cinco minutos caminando.

Próximo: Entre cinco y veinte minutos caminando.

Alejado: Entre veinte y treinta minutos.

Muy alejado: A más de treinta minutos.

En cuanto a la variable facilidad de acceso a la vivienda desde otras zonas de la Ciudad, se establece que:

Muy fácil: Si el trayecto se realiza a través de vías principales mayoritariamente.

Fácil: si en el trayecto se emplean vías primarias y secundarias

Difícil: si en el trayecto se emplean vías secundarias mayoritariamente.

Muy difícil: si en el trayecto se emplean vías secundarias y terciarias.

La clasificación del tipo de vía se basa en:

Vía Principal: Vía de dos o más carriles por sentido. Con semáforo en incorporaciones provienen únicamente de vías secundarias. Usualmente denominadas Avenidas.

Vía Secundaria: Vía de un a dos carriles por sentido. Dan acceso a las vías terciarias. Parcialmente con semáforo.

Vía Terciaria: Vía de un solo sentido y carril, con incorporaciones sin semáforo. Se comunican mediante vías secundarias.

Por último las variables de infraestructuras, así como el equipamiento, tienen la escala de: Malo, Regular, Bueno, Muy bueno correspondientemente.

1.2.- VARIABLES INTERNAS DE VIVIENDA

Las variables que en el siguiente cuadro se detallan, son las componentes esenciales de la vivienda, independiente de la ubicación de la vivienda y de su uso, son la parte más importante de la demanda.

Cuadro nº 7: Características internas de la vivienda.

Superficie Util (metros cuadrados)	Número
Planta en la que está la vivienda	Alta Intermedia Baja
Número de dormitorios	Número
Número de Armario empotrados	Número
Número de Terrazas	Número
Número de Cuartos de Baño	Número
Número de Aseos	Número
Climatización	Si No
Aire acondicionado.	Preinstalación Hueco Nada
Calefacción.	Si No
Lavadero	Si No
Despensa	Si No
Trastero	Si No
Taquilla	Si No

En el cuadro nº7 se recoge la variable superficie Util en metros cuadrados. La variable Planta es la planta donde está la vivienda situada. La variable contiene tres estados:

Alta: la vivienda está en la última planta.

Intermedia: está en los pisos intermedios.

Baja : se encuentra en la planta baja

Las otras variables que aparecen no tienen problemas porque son numéricas: Número de dormitorios, Número de Armario empotrados, Número de Terrazas, Número de Cuartos de Baño, Número de Aseos. Y el resto solo toman si o no: Climatización, Lavadero, Despensa, Trastero, Taquilla.

También es necesario conocer el estado en que se encuentra la vivienda, como se especifica en cuadro nº8, donde se encuentra la información referente a cómo está la vivienda, si esas características ofrecidas realmente se encuentran en buen estado.

Cuadro nº 8: Accesibilidad

Estado de la cocina sin amueblar	Muy Bueno Bueno Regular Reformar o malo
Estado de la cocina amueblada	Muy Bueno Bueno Regular Reformar o malo
Estado del baños	Muy Bueno Bueno Regular Reformar o malo
Estado del aseo	Muy Bueno Bueno Regular Reformar o malo
Tipo del suelo	Mármol Gres Terrazo Otros

En el cuadro nº9 se recoge las variables que nos indican si es necesario realizar algún tipo de reforma en la vivienda.

Cuadro nº 9: Reformas

Reformas en las tuberías de agua.	Si No
Reformas eléctricas	Si No
Reformas en cerramientos.	Si

	No
Reformas en carpintería.	Si
	No

Las variables tipo, expresan los distintos tipos de viviendas que existen. Se clasifican en dos tipos, viviendas Protegidas, y viviendas no protegidas o también llamadas de renta libre¹.

Cuadro nº 10: Tipo de vivienda

Protegidas. V.O.P.	Unifamiliares Plurifamiliares
V.P.T.	Unifamiliares Plurifamiliares
No Protegidas. Unifamiliares	
Plurifamiliares	Bloques Chalet
Urbanización Cerrada.	Si No

Las variables de orientación nos indican si la mayoría de la vivienda es exterior, y si tiene vistas al mar desde dicha vivienda.

Cuadro nº 11: Orientación

Exterior	Si No
Vistas al mar	Si No

Y por último, las dos variables monetarias. El precio de venta de la vivienda, y, el precio del recibo de la comunidad mensual de la vivienda que ha de pagar el futuro comprador.

¹ Fuente: Ministerio de Fomento. – la nomenclatura ha cambiado, las viviendas de V.P.O. (viviendas de protección oficial) se denominan N.C. (viviendas de nueva construcción), y las de V.P.T. (viviendas a precio tasado) a P.U. y estas a su vez a V.E. (vivienda existente).

Cuadro nº 12: Económicas

Gastos de comunidad	Numérica
Precio de Mercado	Numérica

2.- ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES.

Como se observa en el cuestionario pasado a 2.674 viviendas de nueva construcción en la Ciudad de Melilla, el número de variables que se han observado son de 88, por tanto se van a analizar una serie de variables correspondientes a cada uno de los bloques en que se han agrupado dichas variables.

Para el análisis estadístico, agruparemos las variables en: variables estadísticas cualitativas, y variables estadísticas cuantitativas.

Así mismo tendremos en cuenta los distintos tipos de variables en la clasificación hecha en la vivienda.

Para el análisis estadístico de la información recogida, se hará en primer lugar el análisis unidimensional, y seguidamente el análisis bidimensional.

1.- ANÁLISIS UNIDIMENSIONAL.

La primera que analizaremos es una variable interna básica de la vivienda, variable cuantitativa, la variable superficie útil expresada en metros cuadrados. Esta variable nos mide el número de metros cuadrados útiles que tiene la vivienda.

La segunda en analizar es una variable interna básica económica de la vivienda, variable cuantitativa; la variable precio de mercado, expresada en miles pesetas.; Esta variable nos mide el precio de mercado de la vivienda.

La tercera en analizar es una variable interna básica de la vivienda, variable cualitativa, la variable número de dormitorios. Esta variable nos marca el número de dormitorios de la vivienda.

La cuarta es una variable interna básica de la vivienda, variable cualitativa, la variable número de baños. Esta variable nos marca el número de cuartos de baño de la vivienda.

La quinta es una variable interna básica de la vivienda, variable cualitativa, la variable número de terrazas. Esta variable nos mide el número de terrazas de la vivienda.

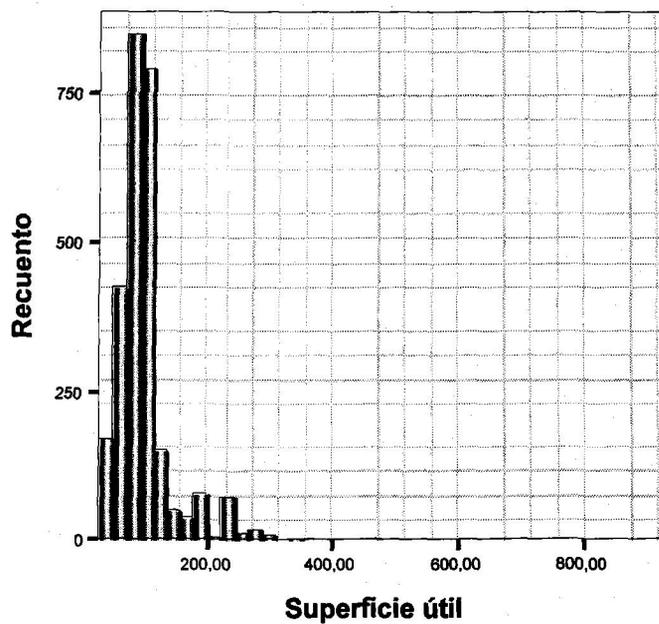
La sexta variable analizada es una variable externa del edificio donde se ubica la vivienda, variable cualitativa, la variable número de bloques. Esta variable nos mide el número de bloque.

La séptima variable analizada es una variable externa del edificio donde se ubica la vivienda, variable cualitativa, la variable número viviendas por bloque. Esta variable nos mide el número de viviendas que hay en el bloque.

La octava variable analizada es una variable interna de la vivienda, variable cualitativa, la variable posesión de garaje. Esta variable nos mide si la vivienda posee garaje o no.

Con el estudio de estas variables tendremos el análisis estadístico unidimensional⁶.

⁶ El resto de variables están analizadas, pero debido a su extensión solo expondremos las variables citadas.

1.- Superficie útil.**Descriptivos**

		Estadístico	Error tip.	
Superficie útil	Media	93,7971	93260	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	91,9684	
		Límite superior	95,6258	
	Media recortada al 5%	88,1425		
	Mediana	84,3100		
	Varianza	2325,674		
	Desv. típ.	48,22624		
	Mínimo	24,5		
	Máximo	934		
	Rango	909		
	Amplitud intercuartil	29,7800		
	Asimetría	3,973	047	
	Curtosis	39,904	095	

Percentiles

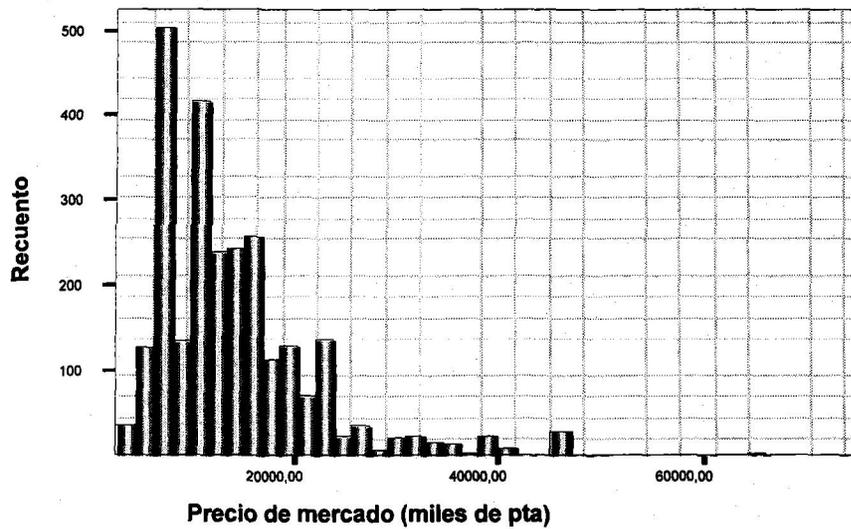
		Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado(definición 1)	Superficie útil	42,9800	55,4850	70,9500	84,3100	100,7300	146,4500	187,5575
Bisagras de Tukey	Superficie útil			70,9500	84,3100	100,6900		

Esta variable interna de la vivienda, es esencial en el estudio de los precios de la vivienda.

Como se observa la media de la variable superficie útil es de 93,7971. El intervalo de confianza para la media al 95% tiene de límite inferior es de 91,9684, y de límite superior es de 95,6258. La media recortada al 5% de la población es de 88,1425. La mediana tiene un valor de 84,3100. La varianza vale 2325,674, con una desviación típica de 48,22524. El valor mínimo de una vivienda en metros cuadrados útiles es 24,5 m² y el valor máximo de 934 m². El Rango de la variable es de 909. Observamos la existencia de una vivienda con 24'5 m² y otra de 934 m², por tanto consideramos la media recortada al 5% de la población de 88'1425. La amplitud intercuartílica es de 29,7800. El coeficiente de Asimetría vale 3,973, (asimétrica a la derecha) y el coeficiente de curtosis 39,904 (más apuntada que la distribución normal).

El 25% de la población tiene una vivienda con una superficie útil inferior a 70'95 m². El 50% de la población la tiene con una superficie útil inferior a 84'31 m². El 75% de la población tiene una vivienda con una superficie útil inferior a 100'73. El 95 % de la población tiene una vivienda con una superficie útil inferior a 187'55 m².

2.- Precio de mercado (miles de pesetas).



Descriptivos

		Estadístico	Error tip.	
Precio de mercado (miles de pta)	Media	13365,8345	157,06451	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	13657,8505	
		Límite superior	14273,8186	
	Media recortada al 5%	13098,5143		
	Mediana	12250,0000		
	Varianza	64214086		
	Desv. tip.	8013,36923		
	Mínimo	2592,28		
	Máximo	75000,00		
	Rango	72407,72		
	Amplitud intercuartil	9202,2993		
	Asimetría	1,931	,048	
	Curtosis	5,670	,096	

Percentiles

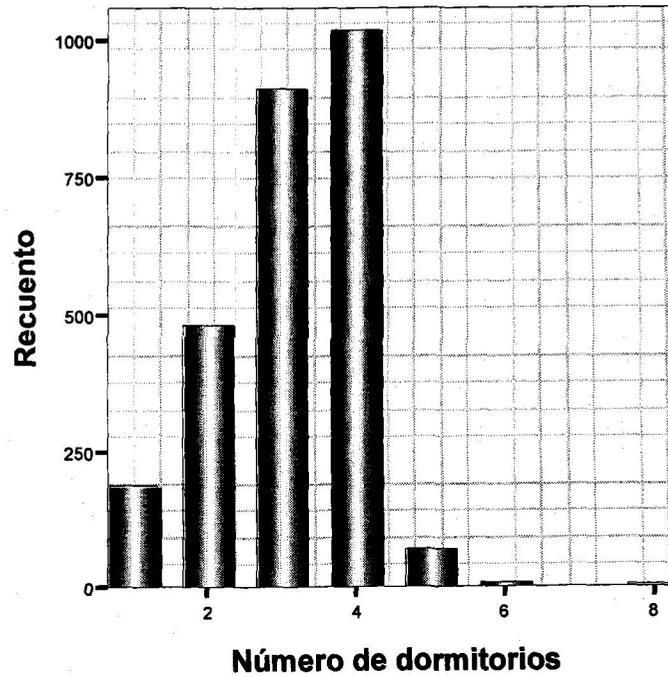
		Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado (definición 1)	Precio de mercado (miles de pta)	5209,2002	6660,1328	7587,8999	12250,000	16790,199	23100,000	29600,0
Bisagras de Tukey	Precio de mercado (miles de pta)			7587,8999	12250,000	16790,199		

Esta variable interna de la vivienda de carácter económico, es importante en el estudio de los precios de la vivienda.

13965,8345

Como se observa la media de la variable precio de mercado es de 13.965.8345 Ptas. El intervalo de confianza para la media al 95% tiene de límite inferior es de 13.657.8505 Ptas., y de límite superior es de 14.273.8186 Ptas. La media recortada al 5% de la población es de 13.098.5143 Ptas. La mediana tiene un valor de 12.250.000. La varianza vale 64.214.086.383 Ptas., con una desviación típica de 8.013.087 Ptas. El precio mínimo de mercado de una vivienda es 2.592.280 Ptas. y el valor máximo de 75.000.000 Ptas. El Rango de la variable es de 72.407 Ptas. Observamos la existencia de una vivienda con un precio de 2.592.280 Ptas., y otra de 75.000.000 Ptas., por tanto consideramos la media recortada al 5% de la población de 13.098.5143 Ptas. La amplitud intercuartílica es de 9.202.299 Ptas. El coeficiente de Asimetría vale 1,931, (asimétrica a la derecha) y el coeficiente de curtosis 5,67 (más apuntada que la distribución normal).

El 25% de la población tiene una vivienda con un precio de mercado inferior a 7.587.899 Ptas. El 50% de la población la tiene una vivienda con una precio inferior a 12.250.000 Ptas. El 75% de la población tiene una vivienda con un precio de mercado inferior a 16.790.000 Ptas. El 95 % de la población tiene una vivienda con un precio de mercado inferior a 16.790.000 Ptas.

3.- Número de dormitorios.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	185	6,9	6,9	6,9
2	482	18,0	18,0	24,9
3	912	34,1	34,1	59,1
4	1019	38,1	38,1	97,2
5	69	2,6	2,6	99,7
6	6	,2	,2	100,0
8	1	,0	,0	100,0
Total	2674	100,0	100,0	

Estadísticos**Número de dormitorios**

N	Válidos	2674
	Perdidos	0
Moda		4
Mínimo		1
Máximo		8
Percentiles	25	3,00
	50	3,00
	75	4,00

La variable número de dormitorios es una variable interna básica de la vivienda.

Dicha variable toma los valores: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8.

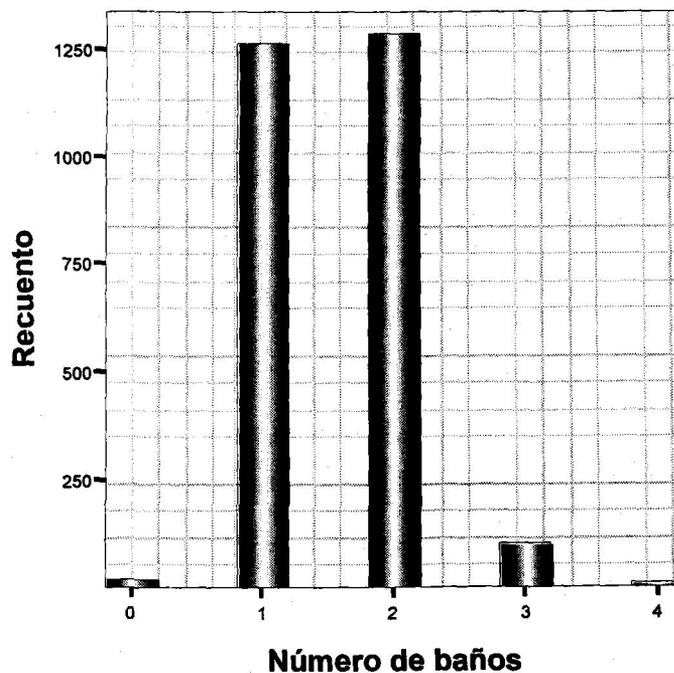
Se observa que, el 38'1% de las viviendas tienen 4 dormitorios, seguido del 34'1% las viviendas que tienen 3 dormitorios, el 18% con 2 dormitorios, el 6'9% de un dormitorio, el 2'8% con 5 dormitorios, y el 0'2 el resto.

También tenemos el 6'9% tienen 1 dormitorio, que el 24'9% de las viviendas tiene 2 dormitorios, el 51'9% tiene tres dormitorios, el 97'2% tiene 3 dormitorios, y el 99'7% tiene 4 dormitorios.

Así pues la vivienda nuevas analizadas más frecuentes son de 4 dormitorios.

Se observa también que el 25% de las viviendas tiene 3 dormitorios. El 50% de las viviendas tienen 3 dormitorios, y el 75% de las viviendas tienen 4 dormitorios.

Número de baños.



	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0	17	,6	,6	,6
1	1265	47,3	47,3	47,9
2	1288	48,2	48,2	96,1
3	98	3,7	3,7	99,8
4	6	,2	,2	100,0
Total	2674	100,0	100,0	

Estadísticos

Número de baños

N	Válidos	2674
	Perdidos	0
Moda		2
Mínimo		0
Máximo		4
Percentiles	25	1,00
	50	2,00
	75	2,00

La variable número de baños es una variable interna básica de la vivienda.

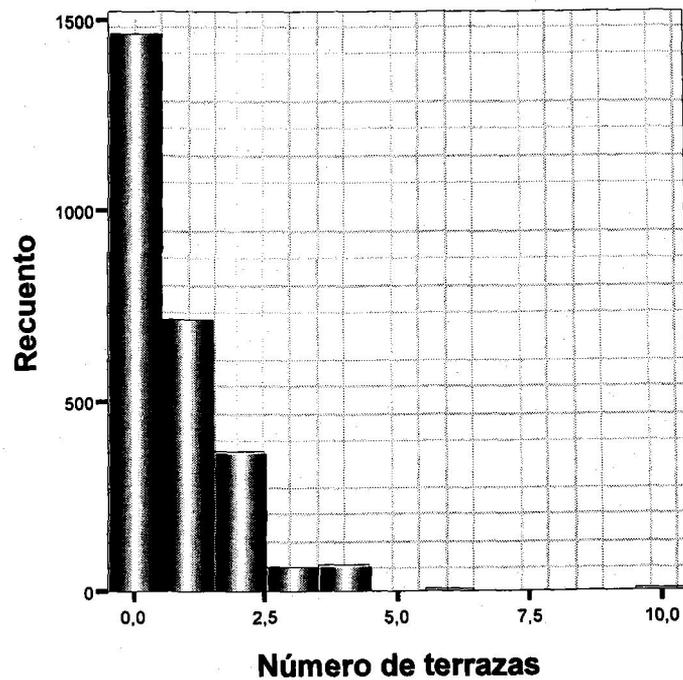
Dicha variable toma los valores: 0,1, 2, 3, 4.

Se observa que, el 48'2% de las viviendas analizadas tienen 2 cuartos de baños, seguido del 47'3% las viviendas que tienen 1 cuarto de baño, el 3'78% con 3 cuartos de baño, el 0'6% con ningún cuartos de baño, el 0'2% con 4 cuartos de baño.

También tenemos que el 0'6% no tiene cuartos de baño, el 47'9% de las viviendas tiene 1 cuarto de baño, el 96'1% tiene 2 cuartos de baño, y el 99'8% tiene 3 cuartos de baño.

Así pues la vivienda nuevas analizadas más frecuentes son de 2 cuartos de baño.

Se observa también que el 25% de las viviendas tiene 1 cuarto de baño. El 50% de las viviendas tienen 2 cuartos de baño, y el 75% de las viviendas tienen 2 cuartos de baño.

Número de terrazas.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0	1463	54,7	54,7	54,7
1	717	26,8	26,8	81,5
2	365	13,6	13,6	95,2
3	63	2,4	2,4	97,5
4	64	2,4	2,4	99,9
6	1	,0	,0	100,0
10	1	,0	,0	100,0
Total	2674	100,0	100,0	

Estadísticos**Número de terrazas**

N	Válidos	2674
	Perdidos	0
Moda		0
Mínimo		0
Máximo		10
	25	,00
Percentiles	50	,00
	75	1,00

La variable número de terrazas también es una variable interna básica de la vivienda.

Como se observa en la encuesta realizada, los valores que ha tomado esta variable son: 0,1, 2, 3, 4, 6,10.

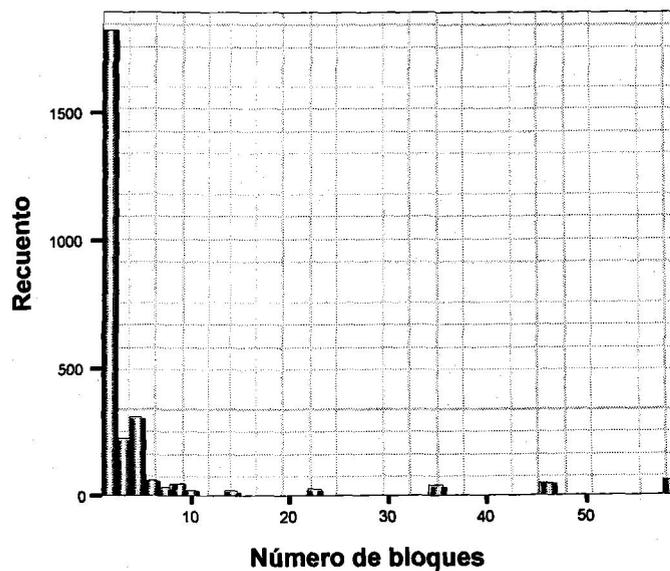
Se observa que, el 54'7% de las viviendas nuevas analizadas tienen 0terrazas, seguido del 26'8% las viviendas que tienen 1 terrazas, el 13'6% con 2 terrazas, el 2'4% de 3 terrazas, y el 2'4% con 4 terrazas.

También tenemos el 6'9% tienen 1 dormitorio, que el 24'9% de las viviendas tiene 2 dormitorios, el 51'9% tiene tres dormitorios, el 97'2% tiene 3 dormitorios, y el 99'7% tiene 4 dormitorios.

Así pues las viviendas nuevas analizadas más frecuentes son las que no tiene terrazas.

Se observa también que el 25% y el 50% de las viviendas nuevas no tienen terrazas, y el 75% de las viviendas tienen 1 terraza.

Número de bloques



	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 1	1264	47,3	47,3	47,3
2	560	20,9	20,9	68,2
3	220	8,2	8,2	76,4
4	122	4,6	4,6	81,0
5	183	6,8	6,8	87,8
6	57	2,1	2,1	90,0
7	29	1,1	1,1	91,1
8	34	1,3	1,3	92,3
9	10	,4	,4	92,7
10	19	,7	,7	93,4
14	14	,5	,5	93,9
22	22	,8	,8	94,8
35	35	1,3	1,3	96,1
46	46	1,7	1,7	97,8
59	59	2,2	2,2	100,0
Total	2674	100,0	100,0	

Estadísticos

Número de bloques

N	Válidos	2674
	Perdidos	0
Moda		1
Mínimo		1
Máximo		59
	25	1,00
Percentiles	50	2,00
	75	3,00

La variable número de bloque construidos en la construcción de la vivienda, ya que hemos observado que hay viviendas nuevas que se construyen en un número de bloques determinados, que no son los bloques que hay al lado de la vivienda, es una variable externa básica del edificio e importante a la hora de estimar el precio de la vivienda nueva construida.

Dicha variable ha tomado los valores: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 22, 25, 46, 59.

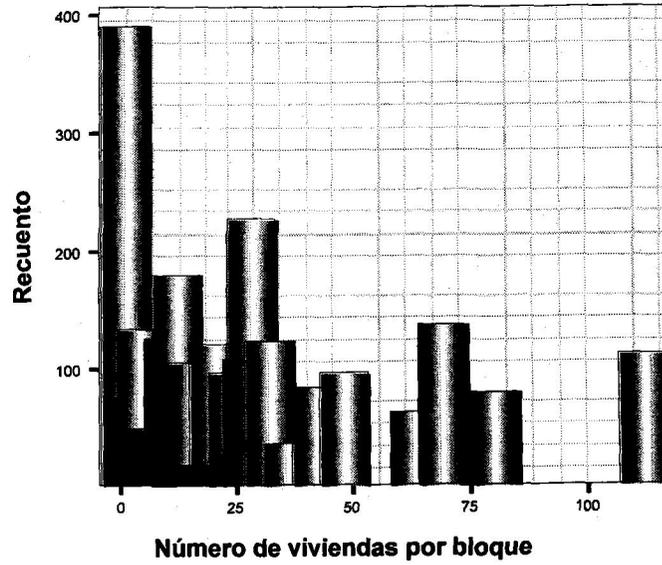
Se observa que, el 47'3% de las viviendas nuevas analizadas se han construido en un bloque de viviendas, seguido del 20'9% las viviendas se han construido en dos bloques de viviendas, el 8'2% en 3 bloques, el 6'8% en 5 bloques, el 4'6 en 4 bloques, y el 12'1% restante en 6 o más bloques.

También tenemos que el 47'1% de las viviendas nuevas se han construido en un solo bloque, que el 68'2% de las viviendas nuevas se han construido en dos bloques, 76'4% se han construido en 3 bloques, el 81% en 4 bloques, el 87'8% en 5 bloques, el 90% en 6 bloques.

Así pues las viviendas nuevas más frecuentes se han construido en un solo bloque.

Se observa también que el 25%, el 50% de las viviendas nuevas se construyen en 2 bloques, y el 75% de las viviendas se han construido en 3 bloques de viviendas.

Número de viviendas por bloque



	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	390	14.6	14.6	14.6
2	34	1.3	1.3	15.9
3	76	2.8	2.8	18.7
4	133	5.0	5.0	23.7
5	20	.7	.7	24.4
6	48	1.8	1.8	26.2
7	49	1.8	1.8	28.1
8	32	1.2	1.2	29.3
9	44	1.6	1.6	30.9
10	125	4.7	4.7	35.6
12	180	6.7	6.7	42.3
13	13	.5	.5	42.8
14	58	2.2	2.2	45.0
15	105	3.9	3.9	48.9
16	16	.6	.6	49.5
18	18	.7	.7	50.2
20	120	4.5	4.5	54.7
21	20	.7	.7	55.4
24	96	3.6	3.6	59.0
25	27	1.0	1.0	60.0
27	108	4.0	4.0	64.0
28	228	8.5	8.5	72.6
32	124	4.6	4.6	77.2
36	36	1.3	1.3	78.6
42	84	3.1	3.1	81.7
48	96	3.6	3.6	85.3
63	83	3.1	3.1	88.4
69	135	5.1	5.1	93.5
80	80	3.0	3.0	96.5
112	112	4.2	4.2	100.0
Total	2673	100.0	100.0	

Estadísticos

Número de viviendas por bloque

N	Válidos	2673
	Perdidos	0
Mediana		18.00
Moda		1
Percentiles	25	6.00
	50	18.00
	75	32.00

La variable número de viviendas nuevas construidas por cada bloque, es una variable externa básica del edificio e importante a la hora de estimar el precio de la vivienda nueva construida.

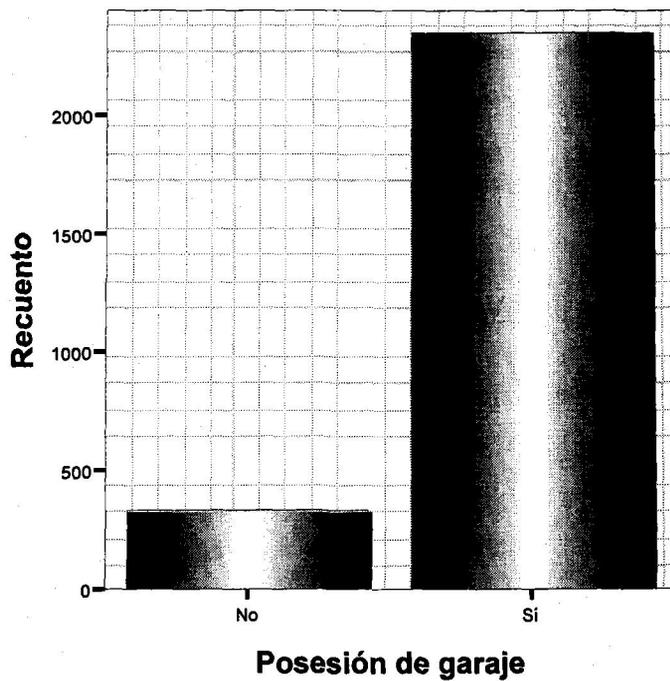
Se observa que, el 47'3% de las viviendas nuevas analizadas se han construido en un bloque de viviendas, seguido del 20'9% las viviendas se han construido en dos bloques de viviendas, el 8'2% en 3 bloques, el 6'8% en 5 bloque, el 4'6 en 4 bloques, y el 12'1% restante en 6 o más bloque.

También tenemos que el 47'1% de las viviendas nuevas se han construido en un solo bloque, que el 68'2% de las viviendas nuevas se han construido en dos bloques, 76'4% se han construido en 3 bloques, el 81% en 4 bloque, el 87'8% en 5 bloque, el 90% en 6 bloque.

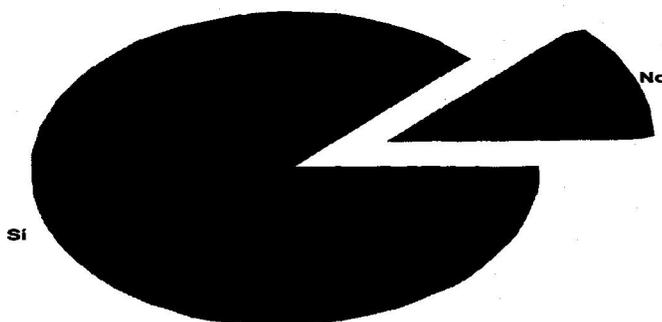
Así pues las viviendas nuevas más frecuentes se han construido en un solo bloque.

Se observa también que el 25%, el 50% de las viviendas nuevas se construyen en 2 bloque, y el 75% de las viviendas se han construido en 3 bloque de viviendas.

Posesión de garaje.



	Posesión de garaje	
	Recuento	%
No	324	12,1%
Si	2350	87,9%
Total	2674	100,0%



Posesión de garaje	
■	No
■	Si

La variable posesión de garaje es una variable interna básica de la vivienda, muy apreciada a la hora de comprar una vivienda.

Como se observa en la encuesta realizada, los valores que ha tomado esta variable son: No (0), y Si (1).

Se observa que, el 12'1% de las viviendas nuevas analizadas no tienen garaje, y el 87'9% de las viviendas nuevas construidas si tienen garaje.

2.- ANÁLISIS BIDIMENSIONAL.

Se proceda a realizar brevemente un análisis bidimensional de las variables más relevantes y que serán utilizadas en los capítulos posteriores como explicativas del precio de la vivienda nueva construida en la Ciudad de Melilla.

A continuación se proceda a exponer la media y la desviación típica de la variables, superficie útil, número de dormitorios, número de terrazas, número de baños, número de bloques, y número de viviendas por bloque, seguidamente se detallan el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables dos a dos.

Se analizan las variables: Distrito, número de bloque. Infraestructura de: alumbrado y agua. Infraestructuras de Alumbrado y distrito. Infraestructuras de agua y distrito. Infraestructuras de Alcantarillado y distrito. Infraestructuras de Vía pública y distrito, expresando los resultados en su tabla de contingencia, y posteriormente representándolos en su gráfico.

Correlaciones: Superficie Útil- Número de dormitorios- Número de terrazas- Número de baños.

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típica	N
Superficie útil	93,7971	48,22524	2674
Número de dormitorios	3,12	,978	2674
Número de terrazas	,71	,975	2674
Número de baños	1,56	,589	2674

Correlaciones

		Superficie útil	Número de dormitorios	Número de terrazas	Número de baños
Superficie útil	Correlación de Pearson	1	,538*	,520*	,622*
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000
	N	2674	2674	2674	2674
Número de dormitorios	Correlación de Pearson	,538*	1	,311*	,577*
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000
	N	2674	2674	2674	2674
Número de terrazas	Correlación de Pearson	,520*	,311*	1	,516*
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000
	N	2674	2674	2674	2674
Número de baños	Correlación de Pearson	,622*	,577*	,516*	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	
	N	2674	2674	2674	2674

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

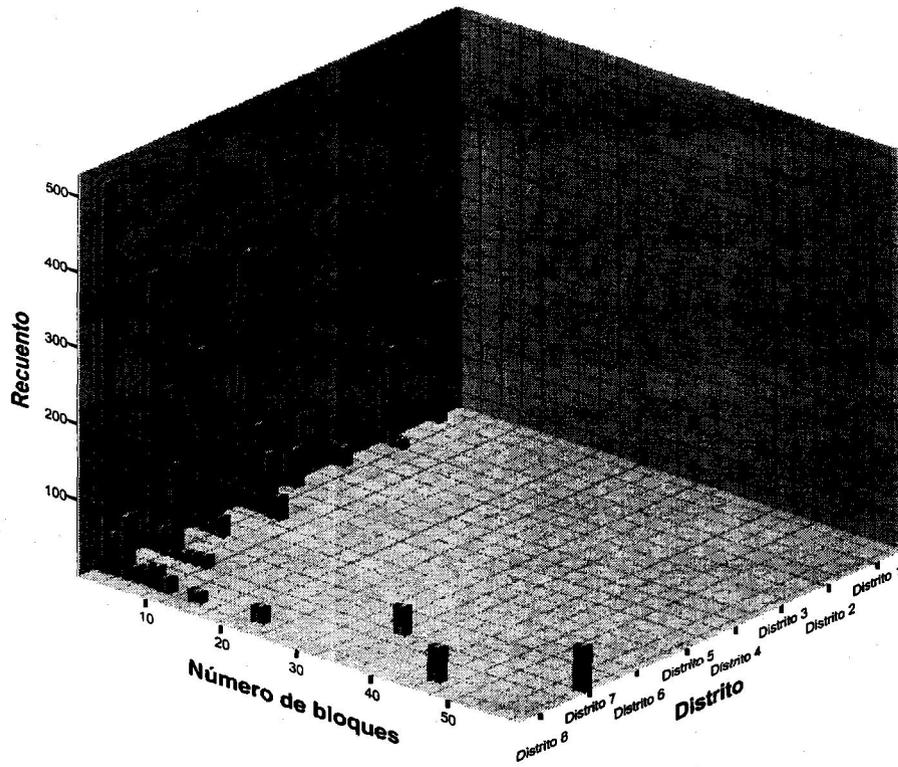
Se observa que presenta una correlación lineal entre la superficie útil y el número de cuartos de baños. Así el coeficiente de correlación lineal de Pearson es $r = 0,622$. Los problemas de la relación entre ambas variables, serán analizados en el capítulo siguiente donde se analizarán la existencia de multicolinealidad entre ambas variables y las consecuencias que de la misma se puedan derivar.

La relación entre el resto de variables es aproximadamente de 0'5.

Distrito- Número del Bloque.

Tabla de contingencia: Distrito - Número de bloques

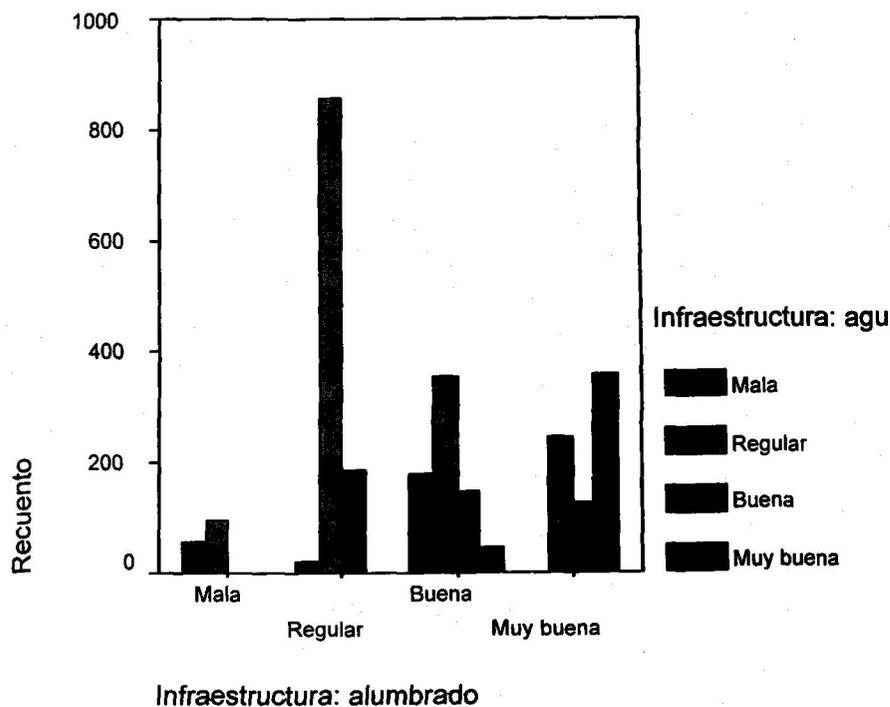
Recuento	Distrito								Total
	Distrito 1	Distrito 2	Distrito 3	Distrito 4	Distrito 5	Distrito 6	Distrito 7	Distrito 8	
1	99	117	23	48	177	145	287	368	1264
2	84	9			160	89	76	142	560
3		9			112	12	32	55	220
4					32	12	25	53	122
5					48	12	96	27	183
6					28		10	19	57
7							10	19	29
8							15	19	34
9								10	10
10								19	19
14								14	14
22								22	22
35							35		35
46								46	46
59							59		59
Total	183	135	23	48	557	270	645	813	2677



Infraestructura: Alumbrado-Agua

Tabla de contingencia Infraestructura: alumbrado * Infraestructura: agua

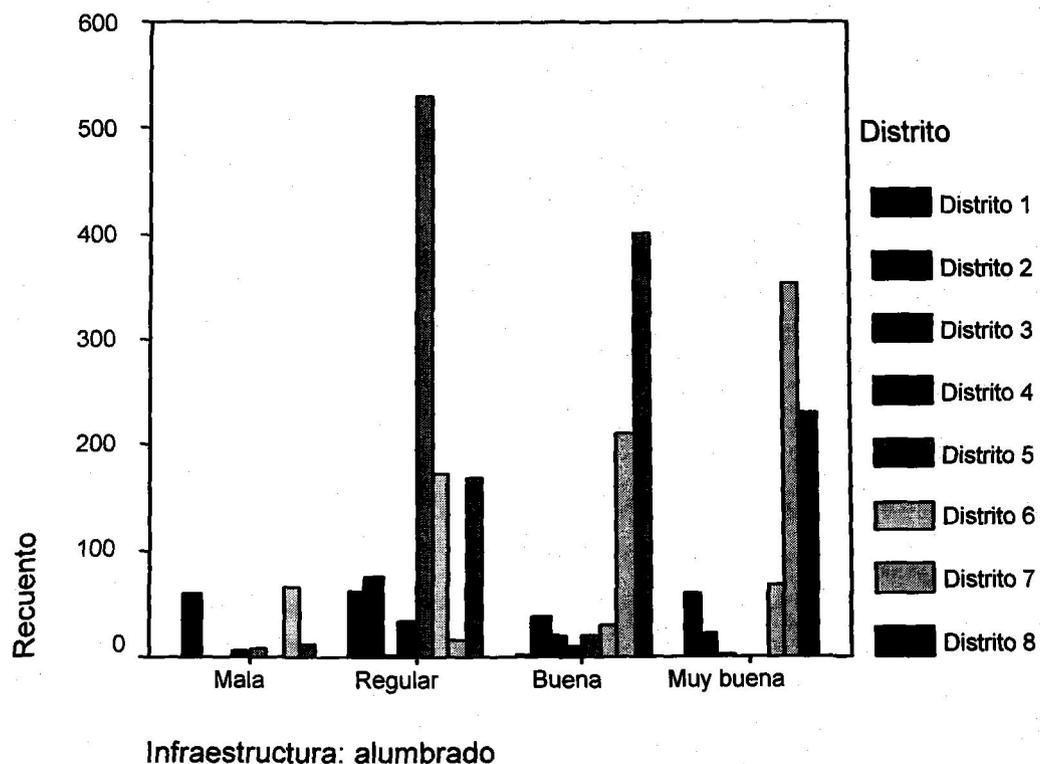
		Infraestructura: agua				Total
		Mala	Regular	Buena	Muy buena	
Mala	Recuento	56	95			151
	% de Infraestructura: alumbrado	37,1%	62,9%			100,0%
	% de Infraestructura: agua	21,9%	6,1%			5,6%
	% del total	2,1%	3,6%			5,6%
Regular	Recuento	20	855	185		1060
	% de Infraestructura: alumbrado	1,9%	80,7%	17,5%		100,0%
	% de Infraestructura: agua	7,8%	55,0%	40,3%		39,6%
	% del total	7%	32,0%	6,9%		39,6%
Buena	Recuento	180	357	148	45	730
	% de Infraestructura: alumbrado	24,7%	48,9%	20,3%	6,2%	100,0%
	% de Infraestructura: agua	70,3%	23,0%	32,2%	11,1%	27,3%
	% del total	6,7%	13,4%	5,5%	1,7%	27,3%
Muy buena	Recuento		247	126	360	733
	% de Infraestructura: alumbrado		33,7%	17,2%	49,1%	100,0%
	% de Infraestructura: agua		15,9%	27,5%	88,9%	27,4%
	% del total		9,2%	4,7%	13,5%	27,4%
Total	Recuento	256	1554	459	405	2674
	% de Infraestructura: alumbrado	9,6%	58,1%	17,2%	15,1%	100,0%
	% de Infraestructura: agua	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	9,6%	58,1%	17,2%	15,1%	100,0%



Alumbrado- Distrito
Agua- Distrito
Alcantarilla- Distrito
Vías públicas- Distrito

TABLA DE CONTINGENCIA: ALUMBRADO - DISTRITO

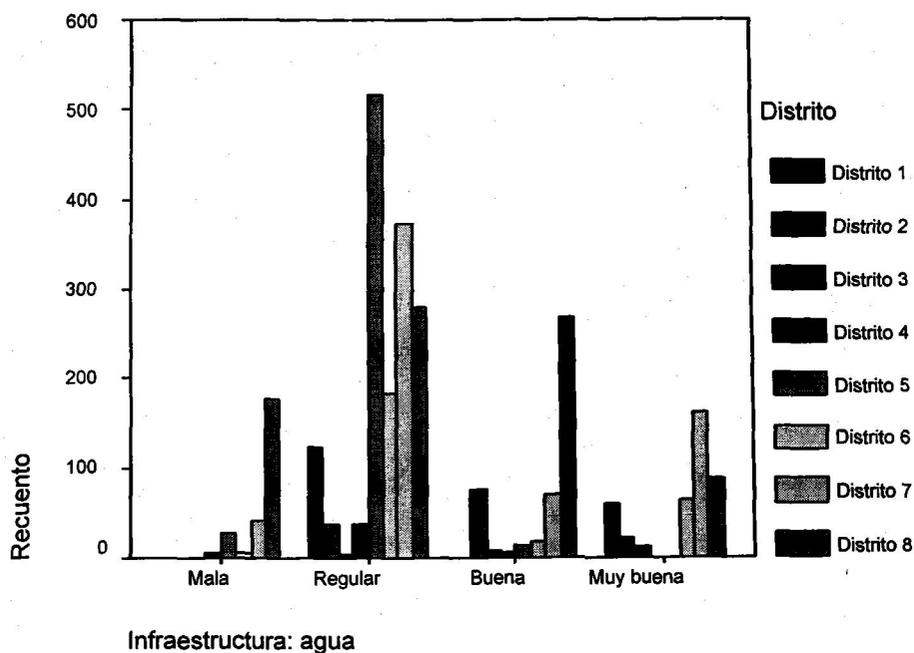
Recuento		Distrito								Total
		Distrito 1	Distrito 2	Distrito 3	Distrito 4	Distrito 5	Distrito 6	Distrito 7	Distrito 8	
Mala		60			5	8		66	12	152
Infraestructur Regular alumbrado		62	76	2	33	530	173	16	168	1067
Buena		1	38	20	10	19	30	210	402	739
Muy buer		60	21	1			67	353	231	733
Total		183	135	23	48	557	270	645	813	2677



Infraestructura: agua * Distrito

TABLA DE CONTINGENCIA: INFRAESTRUCTURAS DE AGUA - DISTRITO

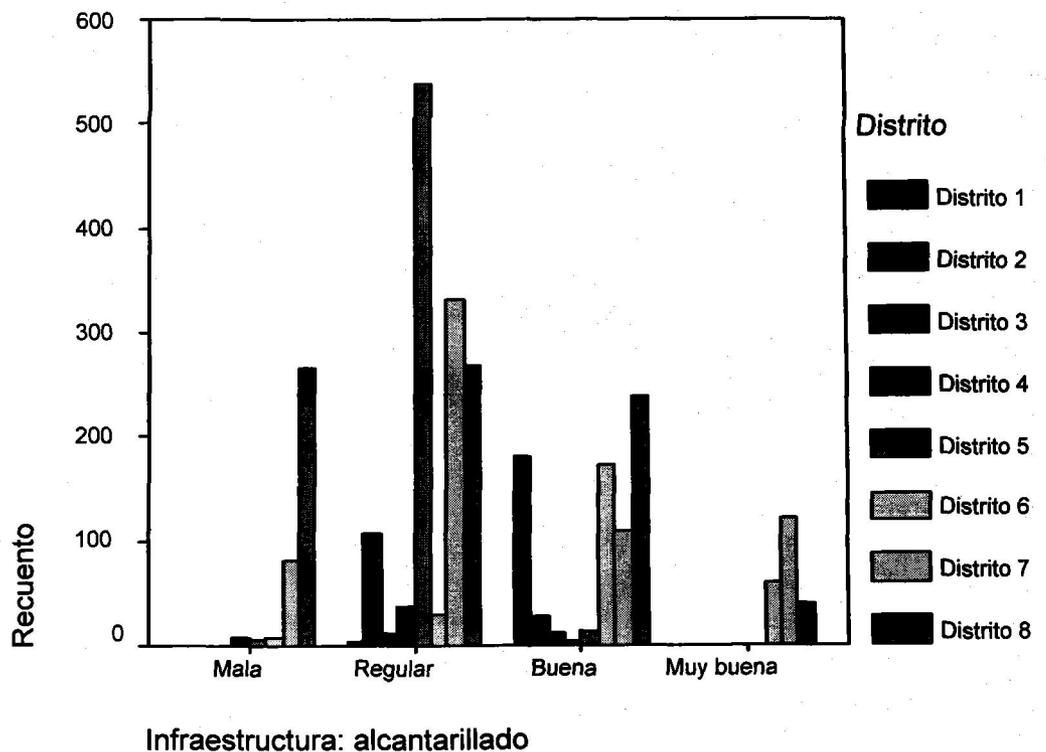
Recuento		Distrito								Total
		Distrito 1	Distrito 2	Distrito 3	Distrito 4	Distrito 5	Distrito 6	Distrito 7	Distrito 8	
Infraestructura: agua	Mala				5	27	6	43	178	222
	Regular	123	38	4	37	516	183	373	280	1557
	Buena		76	7	6	14	18	69	269	459
	Muy buena	60	21	12			63	161	68	405
Total		183	135	23	48	557	270	645	813	2677



Infraestructura: alcantarillado * Distrito

Tabla de contingencia: Infraestructura alcantarillado - Distrito.

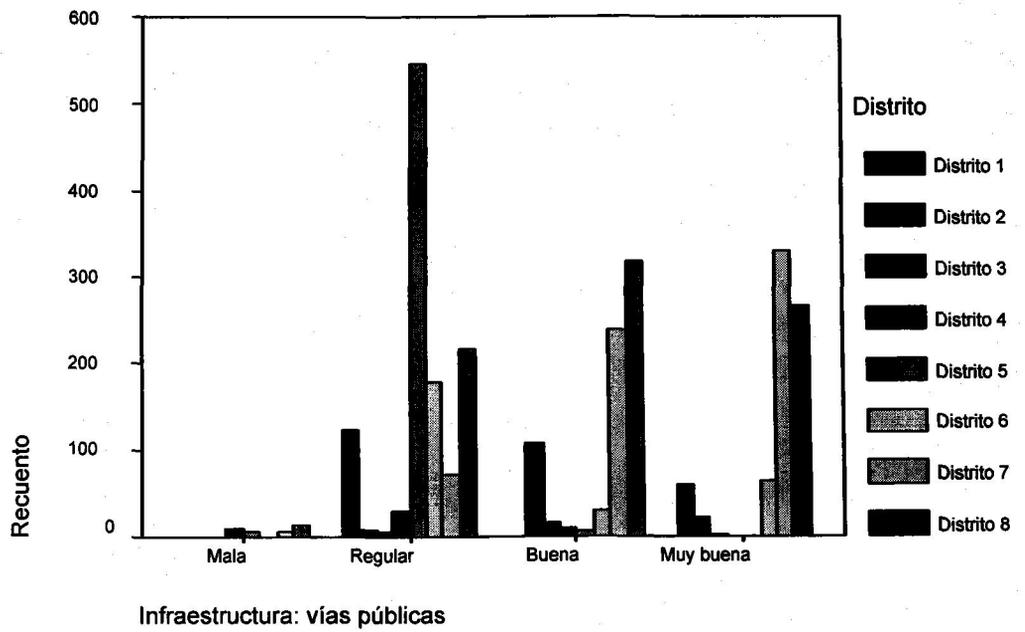
Recuento		Distrito								Total
		Distrito 1	Distrito 2	Distrito 3	Distrito 4	Distrito 5	Distrito 6	Distrito 7	Distrito 8	
Infraestructura: alcantarillado	Mala				8	5	8	82	286	3
	Regular	3	187	11	37	538	28	332	268	13
	Buena	180	28	12	3	13	173	110	230	7
	Muy buena						60	121	40	2
Total		183	135	23	48	557	270	645	613	26



Infraestructura: vías públicas * Distrito

Tabla de contingencia: Infraestructura vías públicas - Distrito

Recuento		Distrito								Total
		Distrito 1	Distrito 2	Distrito 3	Distrito 4	Distrito 5	Distrito 6	Distrito 7	Distrito 8	
Infraestructura: vías públicas	Mala				10	5		6	13	
	Regular	123	7	6	29	547	176	71	217	1102
	Buena		107	16	9	5	28	238	317	582
	Muy buena	60	21	1			63	330	266	681
Total		183	135	23	48	557	270	645	613	2229



3.3.- OBTENCIÓN DE ÍNDICES

Una vez realizada la recogida de datos, se definen las variables que se incluyen en la ecuación hedónica. Comenzando por las variables independientes, es decir, las características de la vivienda, señalar que no se desea introducir un número demasiado amplio, ya que este tipo de variables suelen estar correlacionadas entre sí, apareciendo problemas de multicolinealidad. Se trata pues, de utilizar un número reducido de características pero con la restricción de que la vivienda resulte correctamente descrita. Se deben incluir variables que midan la cantidad y la calidad de vivienda, calidad del entorno y la localización de la vivienda. Las variables independientes de la ecuación hedónica son las siguientes:

- Metros cuadrados útiles de la vivienda (13).
- Número de dormitorios (16).
- Número de baños (19).
- Número de terrazas (18).
- Número de Bloques (50)
- Número de pisos por bloque (51).

Indexar variables suele ser un paso necesario en los modelos hedónicos. En el cuestionario que hemos desarrollado contiene datos que caracterizan a la vivienda, estos son en parte numéricos y en parte atributos cualitativos. Suele ser necesaria una transformación de las variables no numéricas por medio de índices que recojan varias características, y a las que, de esta forma, puedan atribuírselas una interpretación cuantitativa. En dicha elaboración se plantean dos cuestiones: en primer lugar, que la interpretación de los mismos fuera, en la medida de lo posible, suficientemente clara, y en segundo lugar, que, para su elaboración se tenga en cuenta la situación del mercado, y las percepciones de los consumidores.

La opinión de expertos y con el fin de homogeneizar los índices para que a priori todos tengan la misma importancia relativa, se determina un rango común a todos entre 0 y 100. Así, valores de dicho índices próximos a cien representan situaciones óptimas de las variables que componen dicho índice, frente a valores cercanos a cero, que determinan situaciones desfavorables de dichas variables.

Se crearan cada un de los índices, teniendo en cuenta las variables que lo forman. A continuación se presenta la definición de los índices construidos.

- *Índice de Tipo de vivienda:* Nos indica: Tipo de viviendas (2), variable que toma los valores de 1 a 7, que se dan en la Ciudad de Melilla, recogidas en nuestra encuesta.
- *Índice de Situación.* - Refleja la situación de la vivienda con relación al edificio donde se ubica. Para su elaboración se han tenido en cuenta la planta donde la vivienda se sitúe. Planta en edificio (68), variable que toma valores numéricos. Planta donde se ubica la vivienda (15), variable que toma los valores 0 (baja), 1, y 2 (alta). Tipo de vivienda por planta (5), variable que nos indica el tipo de viviendas por planta. Orientación de la misma. Mayoritariamente exterior (11) variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no).
- *Índice Calidad de vivienda:* Nos mide: Tipo de suelo (34), variable que toma los valores 3 (mármol), 2 (parquet), 1 (terrazo) y 0 (otros). Vistas al mar (12) variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Posesión de garaje (27), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no).
- *Índice de servicios de la vivienda:* Recoge determinados complementos de vivienda que producen servicios de la misma, como son: Posesión de lavadero (23), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Posesión de despensa (2) variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Posesión de trastero (2) variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Posesión de taquilla (2) variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Posesión de aire acondicionado

(21), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Posesión de calefacción central (22), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no).

- *Índice de instalaciones:* Al tratarse de viviendas nuevas este índice es muy bueno y expresa las partes no visible de la vivienda. Estado de la cocina sin amueblar (29), variable que toma los valores 3 (muy bueno), 2 (bueno), 1(regular), y 0 (malo o reformar). Estado de la cocina amueblada (30), variable que toma los valores 3 (muy bueno), 2 (bueno), 1(regular), y 0 (malo o reformar). Estado de los baños (31), variable que toma los valores 3 (muy bueno), 2 (bueno), 1(regular), y 0 (malo o reformar). Estado de los aseos (32), variable que toma los valores 3 (muy bueno), 2 (bueno), 1(regular), y 0 (malo o reformar). Estado de la carpintería interior (33), variable que toma los valores 3 (muy bueno), 2 (bueno), 1(regular), y 0 (malo o reformar).
- *Índice de reformas:* Este índice es muy bajo, ya que las viviendas son nuevas. Necesidad de reformas en tuberías de agua (35), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Necesidad de reformas en electricidad (36), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Necesidad de reformas en cerramientos (37) variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Necesidad de reformas en carpintería (38), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no).
- *Índice de calidad del edificio:* Estado del Portal (62), variable que toma los valores 2 (ostentoso), 1 (de lujo), y 0 (corriente). Planta del edificio (68), variable que toma un valor numérico indicando la planta donde esta la vivienda. Existencia de ascensor (66), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Posesión de zonas ajardinadas (65), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Zonas deportivas, (57), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Posesión de piscina comunitaria (64), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Posesión de antena parabólica (63), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no). Acceso directo al garaje (28), variable que toma los valores 1 (si), y 0 (no).

- *Índice de localización:* Distrito (10), variable que toma los valores del 1 al 8 indicando el distrito donde se ubica la vivienda. Ubicación en barrio (48) variable que toma los valores 2 (calle principal), y 1 (zona central) y 0 (periferia). Proximidad al centro de la ciudad (74), variable que toma los valores 3 (muy próxima), 2 (próxima), 1 (alejada), y 0 (muy alejada). Situación dentro del barrio (49), variable que toma los valores 2 (muy buena), y 1 (buena), y 0 (mala). Facilidad de acceso a la vivienda desde otras zonas de la Ciudad (75) variable que toma los valores 3 (muy fácil), 2 (fácil), 1 (difícil), y 0 (muy difícil).
- *Índice de entorno:* En este se tiene una imagen del entorno del barrio. Proximidad a zonas verdes (70), variable que toma los valores 3 (muy próxima), 2 (próxima), 1 (alejada), y 0 (muy alejada). Proximidad a instituciones educativas Públicas (71), variable que toma los valores 3 (muy próxima), 2 (próxima), 1 (alejada), y 0 (muy alejada). Proximidad a instituciones educativas Privadas (72), variable que toma los valores 3 (muy próxima), 2 (próxima), 1 (alejada), y 0 (muy alejada). Proximidad a grandes superficies (73), variable que toma los valores 3 (muy próxima), 2 (próxima), 1 (alejada), y 0 (muy alejada).
- *Índice del barrio:* Se indica la situación del barrio en cuanto a los servicios, las infraestructuras y equipamientos. Número de paradas de autobuses de línea en la manzana (76), variable que toma un valor numérico indicando el número de paradas de autobuses de la línea en la manzana. Infraestructura: Alumbrado (77), variable que toma los valores 4 (muy bueno), 3 (bueno), 2 (regular), y 1 (malo). Infraestructura: Agua (78), variable que toma los valores 4 (muy bueno), 3 (bueno), 2 (regular), y 1 (malo). Infraestructura: Alcantarillas (79), variable que toma los valores 4 (muy bueno), 3 (bueno), 2 (regular), y 1 (malo). Infraestructura: Vías Públicas (80), variable que toma los valores 4 (muy bueno), 3 (bueno), 2 (regular), y 1 (malo). Equipamiento: Comercial (81), variable que toma los valores 4 (muy bueno), 3 (bueno), 2 (regular), y 1 (malo). Equipamiento: Asistencial (82), variable que toma los valores 4 (muy

bueno), 3 (bueno), 2 (regular), y 1 (malo). Equipamiento: Religioso (83), variable que toma los valores 4 (muy bueno), 3 (bueno), 2 (regular), y 1 (malo). Equipamiento: Lúdico (84), variable que toma los valores 4 (muy bueno), 3 (bueno), 2 (regular), y 1 (malo). Equipamiento: Deportivo (85), variable que toma los valores 4 (muy bueno), 3 (bueno), 2 (regular), y 1 (malo).

- *Índice de Parking*: Pretende indicar la facilidad de aparcamiento en horas punta en una zona determinada. Facilidad de aparcamiento en horas punta (69), variable que toma los valores 2 (siempre), 1 (a veces), y 0 (nunca).

El siguiente Cuadro nos muestra todos los índices con las variables utilizadas para su construcción.

DENOMINACIÓN DE LOS ÍNDICES	VARIABLES EMPLEADAS
Índice de Tipo de vivienda.	Tipo de viviendas (2).
Índice de Situación.	Planta en edificio (68) Planta en que se ubica la vivienda (15) Tipo de vivienda por planta (5). Mayoritariamente exterior (11).
Índice Calidad de vivienda.	Tipo de suelo (34). Vistas al mar (12). Posesión de garaje (27).
Índice de servicios de la vivienda.	Posesión de aire acondicionado (21). Posesión de calefacción central (22). Posesión de lavadero (23). Posesión de despensa (24). Posesión de trastero (25). Posesión de taquilla (26).

Índice de Instalaciones	<p>Estado de la cocina sin amueblar (29).</p> <p>Estado de la cocina amueblada (30).</p> <p>Estado de los baños (31).</p> <p>Estado de los aseos (32).</p> <p>Estado de la carpintería interior (33).</p>
Índice de Reformas.	<p>Necesidad de reformas en tuberías de agua (35).</p> <p>Necesidad de reformas en electricidad (36).</p> <p>Necesidad de reformas en cerramientos (37).</p> <p>Necesidad de reformas en carpintería (38).</p>
Índice de calidad del edificio.	<p>Estado del Portal (62).</p> <p>Planta del edificio (68).</p> <p>Existencia de ascensor (66).</p> <p>Posesión de zonas ajardinadas (65).</p> <p>Zonas deportivas, metros cuadrados (57).</p> <p>Posesión de piscina comunitaria (64).</p> <p>Posesión de antena parabólica (63).</p> <p>Acceso directo al garaje (28).</p>
Índice de localización.	<p>Proximidad al centro de la ciudad (74).</p> <p>Situación dentro del barrio (49).</p> <p>Facilidad de acceso a la vivienda desde otras zonas (75).</p>
Índice de entorno.	<p>Proximidad a zonas verdes (70).</p> <p>Proximidad a instituciones educativas Públicas (71).</p> <p>Proximidad a instituciones educativas Privadas (72).</p> <p>Proximidad a grandes superficies (73).</p>
Índice del barrio.	<p>Número de paradas de autobuses de línea en la manzana (76).</p> <p>Infraestructura: Alumbrado (77).</p> <p>Infraestructura: Agua (78).</p> <p>Infraestructura: Alcantarillas (79).</p> <p>Infraestructura: Vías Públicas (80).</p> <p>Equipamiento: Comercial (81).</p> <p>Equipamiento: Asistencial (82).</p> <p>Equipamiento: Religioso (83).</p> <p>Equipamiento: Lúdico (84).</p>

Índice de parking.	Equipamiento: Deportivo (85). Facilidad de aparcamiento en horas punta (69)
--------------------	--

En la elaboración de dichos índices se plantearon dos cuestiones: en primer lugar, que la interpretación de los mismos fuera clara, y en segundo lugar, contar con la opinión de expertos en la elaboración.

Con respecto a la interpretación, se estudiaron las siguientes circunstancias para que los índices tuvieran un significado económicamente discutible:

- Cada uno de los índices tenga un número limitado de variables.
- Que el índice fuera resultado de una suma lineal de las variables, para facilitar la interpretación.
- Éstas debían de responder a algún atributo similar o característica común en la vivienda y/o edificio.
- En la medida de lo posible debían, los índices, responder a lo que los ciudadanos demandan. Habitualmente los ciudadanos no buscan un atributo concreto sino una cesta que contiene a varios relacionados, y esto es lo que tratan de recoger los índices.
- Los índices elaborados abarcan la mayoría de las variables del cuestionario.

En los índices se han incluido variables que miden la calidad de la vivienda, calidad del entorno y la localización.

- 1.- Índice de Tipo de vivienda.
 - Tipo de viviendas (2).

2.- Índice de Situación.

- Planta en edificio (68)
- Planta en que está la vivienda (15).
- Tipo de vivienda por planta (5).
- Mayoritariamente exterior (11).

3.- Índice Calidad de vivienda.

- Tipo de suelo (34).
- Vistas al mar (12).
- Posesión de garaje (27).

4.- Índice de servicios de la vivienda.

- Posesión de lavadero (23).
- Posesión de despensa (24).
- Posesión de trastero (25).
- Posesión de taquilla (26).
- Posesión de aire acondicionado (21).
- Posesión de calefacción central (22).

5.- Índice de Instalaciones.

- Estado de la cocina sin amueblar (29).
- Estado de la cocina amueblada (30).
- Estado de los baños (31).
- Estado de los aseos (32).
- Estado de la carpintería interior (33).

6.- Índice de Reformas.

- Necesidad de reformas en tuberías de agua (35).
- Necesidad de reformas en electricidad (36).
- Necesidad de reformas en cerramientos (37).
- Necesidad de reformas en carpintería (38).

7.- Índice de calidad del edificio.

- Estado del Portal (62).
- Planta del edificio (68).
- Existencia de ascensor (66).
- Posesión de zonas ajardinadas (65).
- Zonas deportivas, metros cuadrados (57).
- Posesión de piscina comunitaria (64).
- Posesión de antena parabólica (63).
- Acceso directo al garaje (28).

8.- Índice de localización.

- Distrito (10).
- Ubicación en barrio (48)
- Proximidad al centro de la ciudad (74).
- Situación dentro del barrio (49).
- Facilidad de acceso a la vivienda desde otras zonas (75).

9.- Índice de entorno.

- Proximidad a zonas verdes (70).
- Proximidad a instituciones educativas Públicas (71).
- Proximidad a instituciones educativas Privadas (72).
- Proximidad a grandes superficies (73).

10.- Índice del barrio.

- Número de paradas de autobuses de línea en la manzana (76).
- Infraestructura: Alumbrado (77).
- Infraestructura: Agua (78).
- Infraestructura: Alcantarillas (79).
- Infraestructura: Vías Públicas (80).
- Equipamiento: Comercial (81).
- Equipamiento: Asistencial (82).

- Equipamiento: Religioso (83).
- Equipamiento: Lúdico (84).
- Equipamiento: Deportivo (85).

11.- Índice de parking.

- Facilidad de aparcamiento en horas punta (69).

3.4.- TRABAJO DE CAMPO.

Se examinan las licencias de obras desde el año 1.997, fijándonos en la viviendas nuevas, seguidamente se contrasta con la Administración así como con las Agencias de la Propiedad Inmobiliaria. Se debe indicar que de esta forma el estudio de mercado tiene una alta representación del mercado real.

Se han examinado 5.000 expedientes correspondientes a viviendas nuevas vendidas durante los años 1.998 y 1.999, quedando un total de 2.674 expedientes correspondientes a otras tantas viviendas de nueva construcción, con un total de 88 variables, que recogen toda la información acerca de las viviendas de las características de la vivienda de nueva construcción.

La dificultad del trabajo de campo se ha encontrado en la recogida de datos, ya que en la Ciudad de Melilla no he podido encontrar un censo de viviendas de nueva construcción, y por tanto la obtención de los datos de la encuesta ha sido laboriosa.

Se ha contrastado toda la información recogida en la encuesta.

Tras el análisis estadístico de las variables que caracterizan a la vivienda de nueva construcción en la ciudad de Melilla, se definen los índices de calidad, cantidad de la vivienda, así como los índices de calidad y cantidad del edificio, y los índices de situación, localización, entorno, y de barrio para poder establecer una estimación del precio de la vivienda nueva mediante los métodos hedónicos, y mediante redes neuronales artificiales para poder finalizar con una comparación de los resultados obtenidos.

Analizados los expedientes se observa la distribución de la construcción de viviendas nuevas en las distintas zonas geográficas de la Ciudad.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS Y DETERMINANTES DEL PRECIO DE LA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE MELILLA

4.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS AL ANÁLISIS

El análisis del mercado de la vivienda, las características de la vivienda, y la evolución del precio han sido una constante preocupación y causa de estudio en la Economía, constituyéndose como una de las líneas de investigación más desarrolladas en los últimos años.

Los estudios que estiman funciones de demanda de vivienda se dividen en dos tipos:

1.- Aquellos que presentan modelos de demanda de vivienda considerando a ésta como un bien homogéneo, es decir, en el mercado se demanda una mercancía con las mismas características llamada "servicios de vivienda", de manera que cada unidad de vivienda proporciona cierta cantidad de unidades de servicios de vivienda en un periodo de tiempo determinado. Luego se asume que en el equilibrio el precio por unidad de servicios es el mismo en cada vivienda. Este análisis parte del supuesto poco realista de que el consumidor es indiferente entre viviendas del mismo precio independientemente de sus características, ya que en el equilibrio a largo plazo todas las viviendas de igual precio producen la misma cantidad de servicios de vivienda. Sin embargo, es improbable que el consumidor sea indiferente por ejemplo, entre una vivienda con cuatro habitaciones a las afueras de la ciudad o una vivienda en el centro con dos habitaciones.

2.- Otro tipo de estudios tienen en cuenta la heterogeneidad de la vivienda, de forma que, la unidad de vivienda es considerada como una cesta de características individuales cada una de las cuales contribuye a la provisión de uno o más servicios de vivienda. Este análisis se fundamenta en lo que se conoce como la Nueva Teoría del Consumidor¹, según la cual la utilidad se deriva de las características de los bienes y no de los bienes en sí mismos. La

¹ Lancaster. (1966)

aplicación más inmediata de esta teoría es el llamado método de precios hedónicos o regresión hedónica². El método de precios hedónicos estudia como el conjunto de características homogéneas que posee un bien diferenciado o heterogéneo se reflejan en su precio de mercado. Empíricamente esto se realiza tomando observaciones de los precios de los bienes diferenciados y de sus características, luego se realiza la estimación de la ecuación que relaciona precios con características. Los coeficientes estimados sirven para calcular los precios de las características. Los precios hedónicos se definen entonces como los precios implícitos de los atributos o características homogéneas.

Por tanto es necesario estimar la demanda de las características del bien vivienda y no la demanda del bien en sí. Para ello se emplea el modelo de precios hedónicos de Rosen (1974), realizándose la estimación de las ecuaciones de demanda a través de un sistema de demanda de tipo AIDM (Almost Ideal Demand Model) de Deaton y Muellbauer (1980). Rosen (1974) presenta un modelo integrado de la teoría hedónica y de la oferta y demanda para productos heterogéneos, además esboza un procedimiento econométrico para la estimación de las funciones de demanda de características que se ha aplicado frecuentemente al mercado de vivienda³.

Este capítulo tiene como objeto analizar el mercado de la vivienda en Melilla, centrándonos en el análisis de las características de la vivienda, el precio de la vivienda y los factores que determinan dicho precio.

En primer lugar se utilizan la metodología tradicional hedónica, basada en los trabajos de S. Rosen (1974) emergiendo el concepto de vivienda como un conjunto de atributos por los cuales se diferencia, haciendo que unidades de igual precio sean contempladas por oferentes y demandantes como sustancialmente diferentes. Se introduce la metodología hedónica como

² Rosen. (1974)

³ Palmquist (1984), Parsons (1986), Quigley (1982), Sumka y Erekson (1979), Ohsfeldt y Smith (1990).

herramienta de análisis del precio de un bien, en función de sus características, a través de la estimación de los precios implícitos.

En segundo lugar se analiza la necesidad y la tendencia de la vivienda en la Ciudad de Melilla.

Seguidamente, y debido al intenso desarrollo de la Inteligencia Artificial, surgen los sistemas de Redes Nueronales, desarrollando una estructura del tipo Perceptrón Multicapa como herramienta de predicción del precio del bien vivienda.

Por último se hará una comparación con los resultados obtenidos utilizando la metodología Hedónica y el sistema de Redes Neuronales.

4.1.1.- ANÁLISIS DE LA TENDENCIA Y NECESIDAD DE VIVIENDA

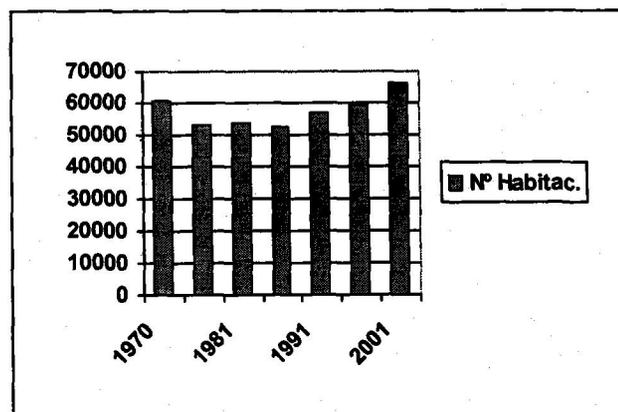
A.- ANÁLISIS DE LA NECESIDAD DE VIVIENDA

El mercado de la vivienda pertenece a un sector que tiene grandes repercusiones tanto desde un punto de vista económico como social. La vivienda es un bien de carácter necesario y se constituye en uno de los principales retos tanto para las autoridades públicas como para los ciudadanos en general. Centramos la atención en el aspecto relacionado con las necesidades. Se trata de aproximar las necesidades de vivienda tanto desde un punto de vista cualitativo como cuantitativo, en el ámbito territorial de la Ciudad de Melilla.

La Ciudad de Melilla, tiene una superficie de 12.333.263 metros cuadrados (más de 12 Kilómetros cuadrados), y enclavada en la parte oriental del trapecio que forma la Península de Tres Forcas, que es el punto más avanzado del Continente africano en el Mediterráneo occidental. La evolución demográfica de esta Ciudad se puede apreciar en el cuadro siguiente:

Evolución demográfica, 1970-2001

AÑOS	Nº DE HABITANTES
1970	60843
1975	53137
1981	53593
1986	52388
1991	56600
1996	59576
2001	66411



A.- METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

A continuación, se determinará la dimensión de las necesidades de vivienda para la Ciudad de Melilla. Se trata de cuantificar el número de viviendas socialmente

aceptables que serán necesarias para que todos los hogares existentes en este horizonte temporal puedan ver satisfechas sus necesidades de alojamiento.

Para delimitar las necesidades objetivas de vivienda será necesario analizar dos procesos íntimamente relacionados con este concepto. El proceso de creación y desaparición de hogares, que nos permitirá determinar el saldo neto de los mismos constituye el primero y por tanto la demanda de viviendas¹. Y la situación del parque de viviendas, el segundo, que conducirá a cuantificar su número como susceptibles de alojamiento, y por tanto de oferta residencial. La diferencia entre oferta y demanda establecerá el déficit o superávit de viviendas.

1.- El proceso de creación y desaparición de hogares.

La demanda potencial de viviendas se define como la generación de necesidades de vivienda familiar ocasionadas por la población de un determinado ámbito poblacional. Se trata, por tanto, de determinar el incremento neto de los hogares, en un horizonte temporal (t, t + a) como la diferencia entre los hogares que se crean, F_t^{t+a} , y los que desaparecen, D_t^{t+a} , esto es,

$$\Delta H_t^{t+a} = H_{t+a} - H_t = F_t^{t+a} - D_t^{t+a}, \quad (1)$$

donde ΔH_t^{t+a} , representa el incremento neto de hogares en el periodo temporal (t, t+ a).

El método utilizado para realizar la proyección de hogares consiste en aplicar la denominada “tasa de jefe de hogar” o “cabeza de familia” a una proyección demográfica¹. El método de la “tasa de jefe de hogar” determina los saldos familiares anuales que resultan de la dinámica de formación y desaparición de hogares. Para ello define para cada edad y recoge en cada momento, la relación entre el número de personas principales y la población total de cada estrato de edad.

¹ Díaz M. (1999)

¹ Curbelo, (1990); Rodríguez et al. (1991)

Se define la tasa de jefatura del hogar como la proporción entre el número de personas que ejercen la jefatura del hogar de sexo s , edad x , en el año t , y la población total de sexo s , edad x , en el año t ; esto es,

$$T'_{s,x} = \frac{H'_{s,x}}{P'_{s,x}} \quad (2)$$

donde $T'_{s,x}$, denota la tasa de jefe de hogar de sexo s , edad x , en el año t , expresada en tantos por uno; $H'_{s,x}$, el número de personas que ejercen la jefatura del hogar de sexo s , edad x , en el año t y $P'_{s,x}$, la población de sexo s , edad x , en el año t .

La definición de la variable $H'_{s,x}$, número de personas que ejercen la jefatura del hogar, es susceptible de diferentes formulaciones. Se define como jefe de hogar a la persona que designan como tal el resto de los componentes del hogar. Una vez determinadas las tasas de jefe de hogar, éstas se aplicarán a la proyección de población realizada a partir de la clasificación de la población según sexo y edad,

$$\sum H'_{s,x} = \sum (T'_{s,x} \times P'_{s,x}) \quad (3)$$

quedando cada hogar asociado a la cohorte a la que pertenece la persona principal.

2.- Determinación de las necesidades de vivienda principal.

Las necesidades de vivienda vendrán, por tanto, determinadas por la diferencia entre la demanda y la oferta de viviendas principales.

2.1.- Demanda de viviendas principales.

La estimación de la demanda de viviendas únicamente por aplicación de las tasas de jefatura de hogar a la población, supone una aproximación a la demanda potencial de alojamiento que debe ser matizada. Si se desea que exista una cierta flexibilidad en el mercado, tanto respecto a la posibilidad de elegir entre las distintas tipologías y

localizaciones de viviendas, como con relación al periodo de tiempo necesario durante el cual una vivienda ha de estar disponible para llevar a cabo su ocupación, el parque de viviendas deberá ser superior al menos en un 5 % al número total de núcleos familiares en el periodo considerado. Este porcentaje es el considerado por diversos autores como indispensable para facilitar cierta flexibilidad en el mercado de vivienda.

Consideraremos por otra parte, que la demanda supondrá siempre la existencia de un parque de viviendas susceptibles de ser utilizadas únicamente como vivienda principal, no considerando por tanto la demanda de vivienda secundaria o la destinada a otros usos.

En síntesis, la demanda potencial quedará establecida como un 5 % superior al número de hogares y se considerará que debe ser cubierta con viviendas principales.

2.2.- Oferta de viviendas principales.

La oferta de viviendas quedará determinada por el stock de viviendas existente en un momento determinado, más el número de viviendas a construir en el periodo de tiempo considerado.

En 1991 el número total de viviendas es de 15.937 de las cuales 14.080 eran las viviendas Principales, 392 Secundarias, 1.442 Vacías, Otro tipo 23. En 2001 el número total de viviendas es de 21.879 de las cuales 18.348 eran las viviendas Principales², 380 Secundarias, 3.060 Vacías, Otro tipo 91, con estos datos tenemos información referente al número de viviendas existente, clasificándolas en principales, secundaria y desocupadas. Dado que bajo el concepto de vivienda desocupada se incorporan tipologías de alojamiento muy dispares tales como abandonadas, deshabitadas, en espera de asignación, etc. del total de viviendas vacantes en un momento determinado tan sólo se puede considerar que una parte de las mismas está disponible en el mercado para cubrir parcialmente las necesidades de vivienda principal. El stock de viviendas quedará

² Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2001)

determinado como la suma de las viviendas principales más un porcentaje de las viviendas desocupadas.

Un aspecto a considerar, asimismo, viene dado por la disminución de la oferta de viviendas por necesidades de reposición, esto es, por la financiación de su vida útil. Las dificultades para establecer este factor de demanda son importantes, sería necesario conocer todas las características actuales de las viviendas para realizar una evaluación de las mismas como viviendas socialmente aceptables. No obstante, diversos autores consideran que actualmente el 0,8 % de las viviendas deberían reponerse cada año.

2.- EL PARQUE DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE MELILLA.

El Anuario estadístico del año 2001, del año 1.991, el número de viviendas es de 15.969 de las cuales 14.080 son viviendas principales, 392 viviendas secundarias, 1.442 viviendas vacías y 23 otro tipo de viviendas, y alojamientos 32.

Uno de los aspectos a considerar viene dado por las características de las viviendas existentes en la Ciudad. En el Anuario Estadístico del 2.001, editado por Proyecto Melilla S.A., contiene la información más completa y actual posible acerca de las características del parque de viviendas de la Ciudad.

La distribución de las viviendas según el número de plantas es:

Número de Plantas	Porcentaje	Porcentaje
	1991	2001
Una	36.3	51.0
De dos a tres	30.8	42
De cuatro a cinco	16.7	6
De seis a nueve	6.8	0.9
Más de nueve	0.5	0.1
Viviendas de edificios no enlazadas	8.9	

Predominan las viviendas con una planta (36'3) seguida de las de dos o tres viviendas por planta (30'8), de más de cuatro le corresponde el 24%.

Teniendo en cuenta el número de viviendas por edificio:

Número de viviendas	Porcentaje
	1991
Una	43.9
De dos a cuatro	16.7
De cinco a nueve	17
De diez a diecinueve	16.1
Veinte o más	6.3

Se observa que predominan los edificios con una vivienda 43'9 %, de dos a nueve del 33'7%, u los edificios con más de diez viviendas el 22'4%.

La distribución de los edificios según su estado es:

Estado de las viviendas	Porcentaje	Porcentaje
	1991	2001
Ruinoso	43.9	1.6
Malo o deficiente	16.7	21.4
Bueno	17	77.0
Edificio con ascensor	16.1	
Edificio con garaje	6.3	

La distribución según número de viviendas es:

Número de Viviendas	Porcentaje
Una vivienda	84.5
Dos viviendas	3.5
Tres viviendas	2.4
Cuatro ó más viviendas	9.6

Si tenemos en cuenta el número de habitaciones que tienen las viviendas principales, se obtiene:

Número de habitaciones	Principales	Porcentaje 2001
1 habitación.	168	165
2 habitación	1.212	1.120
3 habitación	2.969	2.697
4 habitación	4.113	4.311
5 habitación	3.315	5.358
6 habitación	1.522	3.175
7 habitación	407	734
8 habitación	220	422
9 habitación	63	165
10 o más habitación	91	202

Debemos destacar que la vivienda constituye un bien en el que determinadas características, tales como su superficie útil, antigüedad, etc., son difícilmente objeto de alteración. Entre las características del parque de viviendas melillense destacan las siguientes. La superficie útil media de las viviendas es de 68'678 m², el régimen de tenencia predominante es la vivienda en Propiedad con un 52'01 % (en total 7312 viviendas), mientras el porcentaje de la vivienda en Alquiler es de 47'99% (en total 6758 viviendas).

En lo que se refiere a instalaciones, las viviendas principales de la Ciudad de Melilla disponen mayoritariamente de agua corriente, 97'86% (13.779 viviendas), electricidad, 98'47% (13.865 viviendas) y servicios higiénico sanitarios, 94'07% (13.246 viviendas). Sin embargo, hay que destacar, la existencia de 301 hogares que no disponen de agua corriente, además 2926 viviendas principales no disponen de agua caliente y 215 viviendas principales no disponen de energía eléctrica. En lo que se refiere a servicios higiénicos, 1609 viviendas principales no disponen de baño, 834 no tienen ni siquiera retrete.

Cuadro 1: Viviendas según sus instalaciones¹

INSTALACIONES	VIVIENDA PRINCIPAL 1991	VIVIENDA NO PRINCIPAL 1991

¹ Fuente: Censo de Vivienda, (1991)

Con agua corriente	13779	1778
Con agua Caliente	11154	980
Con refrigeración	558	49
Con cocina	13746	1789
Con energía eléctrica	13865	1696
Con gas por tubería	714	77
Con teléfono	9079	749
Con calefacción	4608	422
Con retrete	13246	1730
Con baño o ducha	12471	1666
TOTAL	14080	1857

La distribución de viviendas principales según el periodo de construcción del edificio y el número de viviendas del mismo es la siguiente:

Periodo de construcción	Una vivienda	Dos viviendas	Tres o más
Antes de 1900	38	28	70
De 1900 a 1920	1032	327	1214
De 1921 a 1940	2998	355	1445
De 1941 a 1950	881	65	759
De 1951 a 1960	287	39	1192
De 1961 a 1970	189	28	468
De 1971 a 1980	203	26	957
Después de 1980	499	46	934

Cuadro 2: Características de la vivienda media.

Vivienda Media	Año 1991	Año 2001
Características		
Superficie Util media.	68'678	78'994
Nº viviendas del edificio:		
Una	43.9	
De dos a cuatro	16.7	
De cinco a nueve	17.0	
Más de nueve	22.4	
Equipamiento	Porcentajes	
Agua corriente	97'86	
Agua caliente	79'21	
Servicios higiénicos	94'07	
Electricidad	98'47	

Teléfono	64'48	
Calefacción	32'72	

3.- PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MELILLA.

En cualquier análisis de las necesidades de vivienda hay que destacar el factor demográfico, por encima de cualquier otro, como elemento base en la cuantificación de las mismas. Se analiza la evolución de la población de la Ciudad de Melilla.

AÑOS	POBLACIÓN	ESTIMACIONES
------	-----------	--------------

4.- LA EVOLUCIÓN DE LA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE MELILLA.

La información más detallada y actualizada sobre la evolución de las viviendas nos la proporciona el censo de viviendas.

Tipo de vivienda	1991	2001
Principales	14.080	18.348
No principales		
Secundarias	392	380
Desocupadas	1442	3.060
Otros tipos	23	91
Total	15.937	21.879
Población	56.600	66.411

Según el censo de la vivienda del 2001, en 10 años el número de viviendas se ha incrementado en 5942 viviendas. En cuanto a la población de la Ciudad de Melilla ha aumentado de 56.600 personas en el 1.991, a 66.411.

Este crecimiento en el número de viviendas viene acompañado de variaciones significativas en la estructura familiar.

Número de Miembros	Porcentaje
1	17.8
2	18.1
3	16.9
4	19.8
5	12.1
6	6.9
7	3.9
8	2.0
9	1.0
10 o más	1.6

En el 2001 el 19'8% de los hogares tenían 4 miembros.

5.- CONSIDERACIONES FINALES

1. La formación de nuevos hogares debe considerarse un indicador de la demanda potencial, que se traducirá en demanda efectiva en función de que una serie de variables macroeconómicas, todas ellas explicativas de la demanda efectiva de viviendas, tales como el crecimiento de la renta real disponible de las economías domésticas, el nivel de empleo, las condiciones de financiación o el tratamiento fiscal a la inversión, tengan un buen comportamiento.
2. La demanda de vivienda destinada a la residencia habitual constituye una componente muy importante de la demanda de vivienda. Sin embargo, tampoco podemos olvidarnos de la demanda de viviendas secundarias y la demanda ejercida por motivos especulativos.
3. Las condiciones de acceso a la vivienda influyen en la formación de nuevos hogares y a su vez la capacidad de formación de nuevos hogares puede resultar muy condicionada por la disponibilidad de un empleo, si bien no debemos olvidar que ésta es una condición necesaria pero no suficiente.

-
4. Cuando hacemos referencia al déficit cualitativo la política de vivienda debe desviarse desde el objetivo-cantidad al objetivo-precio de venta. La demanda de viviendas principales viene explicado por la necesidad existente y por la capacidad de pago de las familias estando la necesidad de vivienda ligada al proceso de formación de nuevos hogares.

B.- ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE VIVIENDA

Analizamos algunos métodos que intentan la modelización de las decisiones que adoptan los individuos en materia de tenencia de vivienda, considerándose esta bajo cuatro supuestos: propiedad en el mercado libre, propiedad en el mercado de protección oficial, alquiler en el mercado libre, y, alquiler en el mercado de protección oficial. Primeramente se expone la elaboración de un modelo de precios hedónicos que nos permite obtener una estimación de la valoración subjetiva que realiza la población sobre las diferentes características de la vivienda. Seguidamente se expone un modelo logit mixto que aproxima las variables fundamentales que determinan la elección del régimen de tenencia¹.

La vivienda es un bien de consumo duradero que presenta ciertas características peculiares (durabilidad, alto coste de transacción, ubicación espacial, etc.) que condicionan en gran medida el comportamiento de su mercado, y que hace que su funcionamiento resulte diferente al del mercado de otros productos.

La gran duración temporal de la vivienda hace que además de poderse considerar como un bien de consumo suministrador de servicios de alojamiento, sea también considerado como un potencial bien de inversión, susceptible de generar rentas financieras a sus propietarios.

Esta doble demanda de vivienda (como bien de consumo y de inversión) de no ser contrarrestada con un nivel suficiente de oferta, genera fuertes presiones sobre los precios, y con ello, problemas de acceso a una vivienda a los estratos de población más desfavorecidos. Por tanto, se requiere para aproximar los niveles de renta familiar y precios de vivienda, de la realización de actuaciones públicas que retuercen el lento papel de equilibrio en este mercado peculiar, a la vez que corrija algunos efectos negativos de su funcionamiento.

¹ Rodríguez J. E. (2000)

Es por su influencia sobre el bienestar y por los efectos de arrastre que genera sobre otros sectores lo que ha dado lugar tanto en España como a nivel internacional a un mercado de vivienda con un grado elevado de intervención por parte del sector público¹. De aquí el enorme interés que suele suscitar el estudio del mercado residencial.

El análisis del mercado de la vivienda se puede llevar a cabo desde distintos puntos de vista, según cual sea el objetivo perseguido, si bien los estudios sobre la demanda de vivienda y formas de tenencia constituyen uno de los campos en los que más se ha profundizado dentro de la literatura de la Economía de la Vivienda. Se analizan los factores que determinan la elección del régimen de tenencia de vivienda, considerándose ésta bajo cuatro tipos principales: propiedad en el mercado libre, propiedad en el mercado de protección oficial, alquiler en mercado libre o alquiler en mercado de protección oficial.

1.- ANTECEDENTES Y MODELO TEÓRICO DE TENENCIA DE VIVIENDA

1.1.- Antecedentes.

A nivel internacional, cabe destacar los trabajos pioneros de Henderson y Ioannides (1983), en el que se desarrolla un modelo teórico que intenta explicar los determinantes de las formas de tenencia, Lee y Trost (1978), en el que se aborda un modelo de variable dependiente limitada que modeliza simultáneamente la elección de tenencia y el gasto en vivienda, junto con los trabajos en la misma línea de King (1980), Bórsch-Supan y Pitkin (1988), Bourassa (1995), o, González (1997).

Ya en el marco español tenemos como antecedentes claros, el trabajo de Jaén y Molina (1994) el cual adapta el modelo de Lee y Trost, para el caso andaluz empleando un modelo probit que intenta reflejar el mecanismo de elección de tenencia entre alquilar o comprar, al mismo tiempo que el gasto realizado en cada caso. También Duce

¹ Eastaway, y San Martín (1999) (2000)

Tello (1995), y, Colom y Cruz (1997) estudian modelos de elección del régimen de tenencia abarcando el conjunto español, la primera un modelo multinomial similar al desarrollado por King (1980) considerándose cuatro tipos de tenencia de vivienda: propiedad de vivienda de protección oficial, alquiler con renta antigua (previo al Decreto Boyer de 1985), propiedad de vivienda de renta libre y el alquiler libre (posterior a 1985); mientras que las segundas introducen un modelo logit anidado también con cuatro alternativas de régimen de tenencia: vivienda en propiedad unifamiliar y colectiva, y vivienda en alquiler unifamiliar y colectiva. Esta misma línea se sigue en el trabajo de Barrios y Rodríguez (2002), en el que se aplica un modelo logit multinomial para el estudio de la elección de tenencia, considerándose esta bajo cuatro supuestos: propiedad en el mercado libre, propiedad en el mercado de protección oficial, alquiler en el mercado libre, y, alquiler en el mercado de protección oficial.

Las bases de datos empleadas en todos los trabajos empíricos anteriormente reseñados son fundamentalmente microeconómicas de corte transversal. En el caso español, Jaén y Molina utilizan la Encuesta de Presupuestos Familiares (E.P.F.) de 1981, Duce Tello emplea la Encuesta Continua de Presupuestos Familiares para los años 1989, 1990 y 1991, mientras que Colom y Cruz, y, Barrios y Rodríguez vuelven a utilizar la E.P.F. de 1990/91.

1.2.- MODELO TEÓRICO DE TENENCIA DE VIVIENDA.

Se analiza conjuntamente el estudio del régimen de tenencia y la calificación legal, estableciéndose para ello cuatro tipos de tenencia de vivienda: propiedad libre, propiedad protegida, alquiler libre, y, alquiler protegido. Para tal análisis se requiere el uso de modelos de respuesta cualitativa, ya que la variable dependiente así considerada es una variable discreta que abarca cuatro alternativas, de modo que los individuos tienen que tomar una decisión de entre las cuatro alternativas existentes, pudiéndose establecer o no un orden entre ellas.

Los modelos de elección múltiple entre alternativas no ordenadas pueden venir generados por modelos de utilidad aleatoria, modelos que suponen que los individuos son agentes racionales, que disponen de información perfecta, y que se enfrentan a un conjunto de alternativas a las que les asocian una utilidad. Ahora bien, desde el punto de vista del investigador, esta utilidad no es directamente observable, descomponiéndose en dos componentes, una parte observable U_{ij}^* , que dependerá de un conjunto de atributos medibles para cada individuo y alternativa, y una aleatoria ε_{ij} . Una formulación habitual es la del modelo de utilidad aleatoria aditivo:

$$U_{ij} = U_{ij}^* + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

donde U_{ij} es la utilidad que al individuo i -ésimo le reporta la alternativa j , y, J es el número de alternativas disponibles.

Un individuo escogerá siempre la alternativa que le proporcione mayor utilidad, de modo que si el individuo i -ésimo selecciona la alternativa j , es porque la utilidad reportada (U_{ij}) es la mayor de todas.

$$U_{ij} \geq U_{ik} \Leftrightarrow U_{ij}^* - U_{ik}^* \geq \varepsilon_{ik} - \varepsilon_{ij} \quad \forall k \neq j, k = 1, \dots, J \quad (2)$$

La decisión observada revela cuál de las alternativas proporciona mayor utilidad, pero no sus utilidades, que no son observables.

Dado que no se conoce con exactitud el componente aleatorio, y, por tanto, no se puede determinar con certeza si (2) se cumple, se debe pasar a un marco probabilístico.

Así, la probabilidad de que el individuo i escoja la alternativa j viene dada por:

$$P(Y_i = j) = P_{ij} = \text{Prob}(\varepsilon_{ik} \leq \varepsilon_{ij} + (U_{ij}^* - U_{ik}^*), \forall k \neq 1, \dots, J) \quad (3)$$

Dependiendo de la especificación del componente aleatorio ε_{ij} y de la parte medible U^* se pueden generar distintos modelos. Dentro de los modelos de elección

discreta los más utilizados en la actualidad son el Logit Multinomial², que se deriva a partir de asumir que los términos de error ε_{ij} presentan una distribución Gumbel homoscedástica e independiente, y el Logit Jerárquico o Anidado³, que desarrollado como una extensión del anterior, en el que se considera una partición disjunta de las alternativas en grupos de tal forma que las alternativas incluidas en cada grupo presentan correlación en sus términos de error, siguiendo estos también una distribución Gumbel. Sin embargo, ambos modelos poseen supuestos simplificadores que no siempre son sostenibles. Su principal limitación es la propiedad conocida con el nombre de "Independencia de Alternativas Irrelevantes" y que consiste en que el cociente de probabilidades entre dos alternativas no depende de las características o atributos del resto de las alternativas. En el modelo Logit Jerárquico al agrupar las alternativas en subgrupos de características similares, esta propiedad se mantiene entre las alternativas de un mismo subgrupo, pero no entre ellos. Esta propiedad aunque simplifica el proceso de estimación, supone una restricción importante en la modelización del comportamiento de los individuos que no parece muy razonable en numerosas situaciones, puesto que la hipótesis subyacente es que la elección entre dos alternativas cualesquiera no depende de las características o atributos de una tercera.

Frente a este tipo de modelos, en los últimos años se ha venido desarrollando el denominado Modelo Logit Mixto ("Mixed Logit", también conocidos como modelos logit con componentes de error o modelos logit con parámetros aleatorios), aplicado en un principio al estudio de la demanda de transporte⁴.

El modelo logit mixto es capaz de afrontar situaciones que superan las hipótesis de independencia y homoscedasticidad propias de los modelos Logit Multinomial y parcialmente del Logit Anidado. La idea central de esta clase de modelos consiste en considerar una componente aleatoria formada por una suma de dos: una componente Gumbel iid, y, otra componente generalmente con distribución Normal o Log-Normal que presenta correlación y/o heteroscedasticidad. Todo ello supone ganar en

² Mc Fadden. (1974)

³ Williams. (1977)

⁴ Boyd y Melman (1980), Cardell y Durban (1980), Brownstone y Train (1999)

generalidad, dificultando a su vez el procedimiento de estimación del modelo, que al igual que el Probit, se efectuará a través de simulación.

Cabe destacar como propiedad relevante que posee el logit mixto, el hecho de permitir aproximar cualquier modelo de maximización de la utilidad aleatoria mediante una selección determinada de la especificación aleatoria en el modelo⁵.

Respecto al uso de modelos mixtos en estudios sobre la demanda de vivienda, cabe citar como único precedente el trabajo de Rouwendal, J. y Meijer, E. (2001), los cuales aplican un modelo mixto para analizar de forma simultánea las preferencias por vivienda, trabajo y distancia de la vivienda al lugar de trabajo.

En términos más concretos, y siguiendo el desarrollo de Brownstone y Train (1999), y, Revelt y Train (1998), el modelo Logit Mxto supone una función de utilidad conformada por una componente determinística V_{ij} , y una componente aleatoria ε_{ij} , en la forma:

$$U_{ij} = V_{ij}(X_{ij}) + \varepsilon_{ij} = \beta' X_{ij} + [\eta_{ij} + \varepsilon_{ij}] \quad i = 1, \dots, N \quad j = 1, \dots, J \quad (4)$$

donde X_{ij} es un vector de variables observables relativas al individuo i y a la alternativa j , β es un vector de parámetros a estimar (hipótesis de linealidad en la utilidad observable), mientras que la parte aleatoria ε_{ij} está constituida por una componente ε_{ij} independiente e idénticamente distribuida sobre alternativas e individuos, y por η_{ij} que es un término aleatorio de media cero cuya distribución sobre los individuos y alternativas depende en general de ciertos parámetros subyacentes y de datos observables acerca de la alternativa j , y que permite recoger la presencia de correlación y heteroscedasticidad entre los términos no observables de la utilidad de las alternativas ε_{ij} puesto que:

$$E[\varepsilon_{ik} \cdot \varepsilon_{ij}] = E[(\eta_{ik} + \varepsilon_{ik})(\eta_{ij} + \varepsilon_{ij})] = E[\eta_{ik} \cdot \eta_{ij}] \neq 0, \text{ en general} \quad (5)$$

Por tanto se asume como hipótesis del modelo que:

$$\varepsilon_{ij} \text{ es iid Gumbel } (\eta, \alpha) \quad \forall i = 1, \dots, N \quad \forall j = 1, \dots, J$$

η_{ij} posee cualquier función de distribución definida por una función de densidad: $f(\eta/\Omega)$ donde Ω representa los parámetros fijos de la distribución conjunta, y $\eta_i = (\eta_{i1}, \dots, \eta_{iJ})$.

Dado el valor de η_i , la probabilidad de elección condicionada a este valor de η_i de que el individuo i escoja la alternativa j corresponde al modelo Logit Multinomial:

$$L_{ij}(\eta_i) = \frac{e^{\beta' x_{ij} + \eta_{ij}}}{\sum_{k=1}^J e^{\beta' x_{ik} + \eta_{ik}}} \quad (6)$$

Ahora bien, como η_i es una variable aleatoria en este modelo, la probabilidad de elección vendrá dada por la integral múltiple de la expresión (6) sobre todos los valores de η_{ij} , $j=1, \dots, J$, lo que depende de los parámetros de su distribución, esto es:

$$P_{ij}(\Omega) = \int_D L_{ij}(\eta) f(\beta/\Omega) d\eta \quad D = \{(\eta_1, \dots, \eta_J) \in \mathfrak{R}^J\} \quad j = 1, \dots, J \quad i = 1, \dots, N \quad (7)$$

Como se puede apreciar, la probabilidad de elección de un modelo Logit Mixto expresada en la ecuación (7), no posee en general una expresión matemática cerrada a diferencia del Logit Multinomial o del Jerárquico. Por tanto puesto que la integral anterior no puede resolverse analíticamente es preciso utilizar simulación para calcular las probabilidades de elección, esto es: para un valor dado de los parámetros en Ω se

⁵ McFadden y Train (2000), y McFadden (2000)

obtiene un valor de η aleatoriamente de su distribución, y se calcula $L_{ij}(\eta)$ a partir de (6). Este proceso se repite para muchos otros valores de η (réplicas) obtenidas aleatoriamente de su distribución, y la media de las probabilidades de elección condicionadas $L_{ij}(\eta)$ obtenidas se toma como la probabilidad de elección aproximada o simulada (SP):

$$SP_{ij} = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R L_{ij}(\eta^r) \quad (8)$$

donde R es el número de replicaciones de η , y, η^r es la replicación r-ésima.

De esta forma, para estimar los parámetros desconocidos del modelo (β), la función de verosimilitud logarítmica: $\sum_{i=1}^N \text{Ln}(P_{ij})$ es aproximada por la función de verosimilitud logarítmica simulada: $\sum_{i=1}^N \text{Ln}(SP_{ij})$ y los parámetros estimados son los que maximizan esta última.

Se comprueba que, bajo condiciones de regularidad, el estimador es consistente y asintóticamente normal. Además, cuando el número de replicaciones crece más rápido que la raíz cuadrada del número de observaciones, el estimador es asintóticamente equivalente al estimador máximo verosímil⁶.

El modelo logit mixto puede ser motivado desde dos puntos de vista diferentes pero equivalentes formalmente: bien como modelo logit con componentes de error, o bien mediante un modelo logit con parámetros aleatorios.

Seguiremos una especificación del tipo de parámetros aleatorios, cuyos fundamentos se basa en permitir cierta heterogeneidad inobservada entre los individuos en cuanto a su respuesta frente a variables exógenas observadas. Desde este punto de

⁶ Hajivassiliou y Ruud (1994), y Brownstone y Train (1999)

vista, los individuos se enfrentan a la elección entre J alternativas, modelizada la utilidad no observable obtenida por el individuo i a causa de la alternativas como:

$$U_{ij} = \beta_i' X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, \dots, N \quad j = 1, \dots, J \quad (9)$$

donde X_{ij} es un vector de variables observables exógenas (relativas al individuo i y alternativa j), β_i es un vector de parámetros que varía entre los individuos con densidad conjunta $f(\beta/\Omega)$, donde Ω representa los parámetros fijos de esta distribución, y, ε_{ij} es el término aleatorio que se supone independiente e idénticamente distribuido (iid) Gumbel sobre alternativas e individuos.

Análogamente al modelo logit con componentes de error, la probabilidad de elección condicionada a un valor de β_i será:

$$L_{ij}(\beta_i) = \frac{e^{\beta_i' x_{ij}}}{\sum_{k=1}^J e^{\beta_i' x_{ik}}} \quad (10)$$

La probabilidad de elección (no condicionada) vendrá dada por:

$$P_{ij}(\Omega) = \int_D L_{ij}(\beta) f(\beta/\Omega) d\beta \quad D = \{\beta \in \mathbb{R}^q\} \quad q = n^\circ \text{ de variables exógenas en } X_{ij} \quad (11)$$

Se observa la especificación de parámetros aleatorios que si β es una variable aleatoria múltiple con media b y desviación μ , la expresión (9) es equivalente con la del modelo logit mixto según el punto de vista de componentes de error (4), pues podemos escribir:

$$U_{ij} = b' X_{ij} + [\mu_i' X_{ij} + \varepsilon_{ij}] \quad (12)$$

4.2.- ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO.

Para analizar las características del mercado inmobiliario en la ciudad de Melilla, se utiliza información procedente de la encuesta realizada en la Ciudad de Melilla. Esta fuente de información ha sido elegida por presentar a priori un conocimiento mejor y más actualizado de las características del mercado inmobiliario en la Ciudad.

La recogida de información se llevó a cabo en los primeros meses de 1998, por medio del diseño de una encuesta. El contenido de los datos recogidos en la encuesta hacía referencia a un número notable de atributos de la vivienda: características físicas, espaciales, de conservación, ambientales, de ubicación, etc.

Un total de ochenta y siete variables fueron tenidas en cuenta en cada uno de los dos mil seiscientos veinticinco casos analizados.

Puede globalizarse la totalidad del área urbana de la Ciudad de Melilla sin que sea necesario particularizar en los distintos distritos o zonas en los que se estructura el término urbano.

Las tipologías más características en la Ciudad de Melilla son las siguientes:

- a.- Vivienda unifamiliar y plurifamiliar en manzana cerrada. Es aquella edificación sobre parcela unifamiliar o plurifamiliar, (es decir, alojamiento en vivienda individual o colectiva), integrada en manzana cerrada, que se destina al alojamiento exclusivo residencial, formalizándose en la manzana adosando uno o más de sus lados a otras edificaciones, generalmente del mismo tipo y uso.
- b.- Edificio de viviendas en manzana cerrada con patio de parcela. Es aquella edificación residencial integrada en manzana cerrada, sobre parcela individual con uno o varios lados medianeros con otras parcelas o edificaciones. El uso

característico es generalmente de viviendas (plurifamiliares) y ocasionalmente otras residencias de carácter colectivo.

- c.- Edificio de viviendas en bloque aislado. Es aquella edificación residencial, plurifamiliar o colectiva cuya ordenación volumétrica en la parcela o manzana queda configurada por uno o más cuerpos volados de edificación (bloques) separados entre sí por espacios abiertos o privados dentro de la misma. Es pues, una tipología de carácter abierto (manzana abierta).

- d.- Vivienda unifamiliar aislada y pareada. Es aquella edificación sobre parcela individual integrada en manzana abierta que se destina al alojamiento exclusivo de la unidad familiar (vivienda unifamiliar), situándose de forma aislada en la parcela, es decir, retranqueada de sus linderos, permitiéndose así la creación de espacios abiertos privativos dentro de la propia parcela. Como una variedad de esta tipología de vivienda aislada se admite el supuesto de dos viviendas adosadas al mismo lindero, configurando una sola unidad formal (viviendas pareadas).

4.3.- DEMANDA DE CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE MELILLA.

Para analizar la demanda de características de la vivienda en la Ciudad de Melilla se estima una función de demanda de vivienda, teniendo en cuenta de una manera explícita la heterogeneidad inherente del bien. Para ello se utiliza el método de precios hedónicos de Rosen (1974). El método consta de dos etapas: en la primera se estima la ecuación que relaciona el precio de las unidades de vivienda con sus características, para posteriormente hallar por derivación el precio implícito de cada una de ellas. En la segunda etapa se estiman las ecuaciones de demanda para cada una de las características, utilizando las estimaciones de los precios implícitos calculados en la etapa anterior. El ámbito espacial del estudio coincide con la Ciudad de Melilla y los datos corresponden al año 1998 y 1999.

El análisis, además de proporcionar información a los agentes que actúan en el mercado como oferentes y demandantes, es útil para la resolución de aquellos problemas económicos donde es necesario conocer el comportamiento del consumidor frente a las características de la vivienda.

A.- MODELO DE DEMANDA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

1.- EL MODELO DE ROSEN (1974)

S. Rosen (1974) presenta un modelo integrado de la teoría hedónica y de la oferta y demanda para productos heterogéneos, además esboza un procedimiento econométrico para la estimación de las funciones de oferta y demanda de características¹ que se ha aplicado frecuentemente al mercado de vivienda². Se revisará la teoría de los precios hedónicos en el contexto del mercado de vivienda. Por otra parte, puesto que el

¹ Modelo de Demanda Casi Ideal, antes llamado AIDS (Almost Ideal Demand System)

² Palmquist (1984), Parsons (1986), Quigley (1982), Witte, Sumka y Erekson (1979), Ohsfeldt y Smith (1990)

interés del trabajo se centra en el cálculo del precio de las características para los compradores de vivienda, no se atiende al lado de la oferta.

El modelo parte de que una unidad de vivienda se representa mediante un vector, z , cuyos componentes son características medibles de la vivienda, como número de habitaciones, baños, localización, características del entorno donde se sitúa la vivienda, etc. El precio en el mercado de la vivienda, $p(z)$, es una función asociada con ese vector de características: $p(z) = p(z_1, z_2, \dots, z_n)$ denominada función de precios hedónicos o función hedónica. La función de precios guía tanto las decisiones de los consumidores como de los productores. La competencia prevalece ya que los agentes no pueden influir en el precio del bien, tomándolo como dado, es decir, consumidores y empresas son precio-aceptentes. Sin embargo, este concepto es algo diferente en el mercado típico de un bien homogéneo, ya que, en mercados de bienes heterogéneos en general los agentes pueden variar el precio marginal pagado variando la cantidad de características compradas y ofertadas. En general, $p(z)$ es no lineal, sólo es lineal si el precio de cada característica es independiente de la cantidad comprada de la propia característica y del resto de características. Rosen idea un método de estimación en dos etapas:

En la primera se realiza la estimación de la función que relaciona los precios de las viviendas junto con sus características. Posteriormente se computa un conjunto de precios marginales implícitos por derivación, los precios así hallados son los denominados precios hedónicos, $p_i(z)$:

$$p(z) = p(z_1, z_2, \dots, z_n) \quad (1)$$

$$\frac{\partial p(z)}{\partial z_i} = p_i(z) \quad (2)$$

En la segunda etapa se estiman las ecuaciones de demanda para cada una de las características de la vivienda utilizando las estimaciones de los precios hedónicos, calculados en la etapa anterior. Además se suelen incluir en las ecuaciones un vector de variables sociodemográficas de la familia, α , así como su nivel de renta, "y".

$$z_i = D(p_1(z_1), p_2(z_2), \dots, p(z_n), y, \alpha) \quad (3)$$

La estimación mediante el modelo de Rosen no está exenta de dificultades. El primer problema se deriva de la no linealidad de la función de precios hedónicos, que hace que el presupuesto familiar sea no lineal. El consumidor puede entonces influir en el precio marginal pagado, variando la cantidad de características compradas, pero no puede influir en la estructura de precios total. El precio marginal al que se enfrenta el consumidor, depende de las cantidades elegidas y está entonces correlacionado con el término de error en la ecuación de demanda, de forma que la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) produce resultados sesgados.³

Las soluciones que se aplican con más frecuencia a este problema son la utilización de variables instrumentales o de datos de varios mercados, calculando una ecuación de precios hedónica para cada uno de ellos.

Un segundo problema es el de identificación entre la función de precios y las funciones de demanda, puesto que en ausencia de restricciones adicionales la estimación de la segunda etapa puede que sólo reproduzca la información ya proporcionada por la primera.⁴

Este problema se evita sólo si los coeficientes de la función de precios marginales para z_i , no pueden ser expresados como una combinación exacta de los coeficientes de las funciones de demanda. La solución reside, por tanto, en especificar la función de precio de tal manera que un factor exógeno se introduzca en el precio marginal haciendo posible la identificación de las funciones de demanda.

Los estudios empíricos resuelven el problema utilizando datos de varios mercados, en el espacio o en el tiempo, de forma que se calcula una función hedónica en cada mercado y una sola demanda para todos los mercados. Esto implica que los

³ Mendenson (1984), Epple (1987), Bartik (1987)

⁴ Brown y Rosen (1982), McConnell y Phipps (1987)

parámetros de demanda son idénticos en todos los mercados, mientras que los precios en cada mercado no.

2. LAS FUNCIONES DE DEMANDA. PRESENTACIÓN DEL AIDM

En la segunda etapa se trata de estimar un sistema de ecuaciones de demanda de características de vivienda. Para ello se emplea un sistema de ecuaciones de demanda de tipo AIDM⁵. El AIDM se elige por su flexibilidad, ya que no se impone ninguna restricción en el signo y ni en los valores de los parámetros: los bienes pueden ser de lujo, necesarios o inferiores; sustitutivos o complementarios.

Las funciones de demanda marshallianas del AIDM expresadas en forma de proporción de presupuesto son de tipo:

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log p_j + \beta_i \log \left(\frac{x}{P} \right) \quad (4)$$

donde w_i es la proporción que del gasto total que se destina a la característica i ($w_i = p_i(z_i/x)$, siendo z_i es la cantidad demandada de característica i), α , γ_{ij} , β_i son los parámetros, p_j son los precios de las características, x es el gasto total dedicado a características de vivienda, y P es un índice de precios cuyo logaritmo se define de la siguiente forma:

$$\log P = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj} \log p_k \log p_j \quad (5)$$

Las restricciones de agregación, homogeneidad y simetría en el AIDM son las siguientes:

- Agregación: $\sum_{i=1}^n \alpha_{ij} = 0$ $\sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = 0$ $\sum_{i=1}^n \beta_{ij} = 0$

⁵ Deaton y Muellbauer (1980)

- Homogeneidad: $\sum_j \gamma_{ij} = 0$
- Simetría: $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$ (6)

La ecuación (4) junto con las restricciones (6) representan un sistema de ecuaciones de demanda donde la suma total de las proporciones de gasto es igual a uno $\sum w_i = 1$, son homogéneas de grado cero en precios y satisfacen las condiciones de simetría.

Una variación en el gasto real en características de vivienda se refleja en los parámetros β del AIDM. Dichos parámetros, junto con las proporciones de gasto destinado a cada característica, definen la existencia de diferentes tipos de bienes. Cambios en los precios relativos se recogen en los parámetros γ_{ij} .

Una característica muy interesante del AIDM desde un punto de vista econométrico es que, a excepción del término que se refiere al logaritmo del índice de precios (5), las ecuaciones son lineales. En numerosas aplicaciones donde los precios son relativamente colineales, dicho término se aproxima por un índice de precios fijado previamente, por ejemplo el propuesto por Stone cuyo logaritmo viene dado por $\log P = \sum w_k \log p_k$, siendo p_k los precios de las características.

PRESENTACIÓN GENERAL DEL AIDM

Deaton y Muellbauer (1980) representan las preferencias del consumidor a través de la función de gasto del tipo PIGLOG:

$$\log c(u, p) = (1 - u) \log a(p) + u \log b(p) \quad (1)$$

donde p representa vector de precios y u es el nivel de utilidad, $a(p)$ y $b(p)$ funciones positivas, homogéneas de grado cero y cóncavas en p , pudiéndose interpretarse que cuando $u=0$, $\log a(p)$ es el gasto mínimo de subsistencia. La concavidad de la función de coste exige que u varíe entre 0 y 1.

Las especificaciones de $a(p)$ y $b(p)$ son elegidas de tal manera que contengan suficientes parámetros para asegurar la flexibilidad de la función de gasto correspondiente (es decir, para que las derivadas primeras y segundas con respecto a los precios y el nivel de utilidad existan en todos los puntos), y para que bajo las restricciones apropiadas, $c(u,p)$ verifique las propiedades habituales de la función de gasto, es decir, que sea homogénea en p y cóncava. Las elegidas por los autores son las siguientes:

$$\log a(p) = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj}^* \log p_k \log p_j \quad (2)$$

$$\log b(p) = \log a(p) + \beta_0 \prod_k p_k^{\beta_k} \quad (3)$$

de forma que la función de gasto del AISM es:

$$\log b(u, p) = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj}^* \log p_k \log p_j + u \beta_0 \prod_k p_k^{\beta_k} \quad (4)$$

donde $\alpha_i, \beta_i, \gamma_{ij}^*$ son los parámetros.

Las funciones de demanda pueden derivarse directamente desde (4) de forma que las funciones de demanda marshallianas del AIDM expresadas en forma de porción de presupuesto son de tipo:

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log p_j + \beta_i \log \left(\frac{x}{P} \right) \quad (5)$$

donde x es el presupuesto total y P es un índice de precios definido por:

$$\log P = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj} \log p_k \log p_j \quad (6)$$

Las restricciones de agregación, homogeneidad y simetría en el AIDM son las siguientes:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_{ij} = 1 \quad \sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = 0 \quad \sum_{i=1}^n \beta_i = 0 \quad \sum_j \gamma_{ij} = 0 \quad \gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad (7)$$

La ecuación (5) junto con las restricciones (7) representan un sistema de ecuaciones de demanda donde la suma total del gasto es igual a uno ($\sum w_i = 1$), son homogéneas de grado cero en precios y satisfacen las condiciones de simetría.

4.4.- ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE LA VIVIENDA A PARTIR DE LA TRADICIÓN HEDÓNICA

1.- CONSIDERACIONES PREVIAS AL ANÁLISIS.

Para la estimación del precio de la vivienda en la Ciudad de Melilla se recurre a la información obtenida a partir de la encuesta aplicada a las 2.625 viviendas efectuadas durante el año 1998 y 1.999. Uno de los problemas fue la utilización de la forma funcional¹, adecuada para estimar la ecuación hedónica, la especificación de la ecuación puede ser de tipo lineal o no, pudiendo introducir interacciones de las variables. Así, una especificación que incluye todas las posibles interacciones es:

$$\text{Prêcio}_i = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j x_j + \sum_{j=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^k b_{ij} x_i x_j$$

aunque, lógicamente los modelos resultantes son más simples.

La proporción de la construcción residencial en la construcción total en España es la más elevada de los países de la OCDE ¹(Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). A su vez, las viviendas de nueva construcción representan la mayor parte de la vivienda residencial.

¹ Goddman y Kawai (1984), Graves y otros (1988) y Can (1992).

¹ Fuentes: Annual Bulletin of Housing and Building Statistics for Europe and North American 1993. Economic Commission dor Europe.

	FBCF ¹ en construcción residencial en % del PIB (1992)	Valor de la construcción residencial en % de la construcción total (1990)	Valor de la construcción residencial en % de la construcción total (1990)	
			Viviendas nuevas en % de la construcción residencial	Mantenimiento y reparaciones en % de la construcción residencial
Bélgica	5.4	43.3	80.5	19.5
Canadá	6.4	39.9	90.6	9.4
Dinamarca	3.0	39.0	64.9	35.1
Finlandia	4.7	40.4	90.7	9.3
Francia	5.0	-	-	-
Alemania	6.1	49.5	-	-
Grecia	3.8	46.3	-	-
Irlanda	4.3	41.0	89.5	10.5
Italia	5.3	-	-	-
Países Bajos	4.8	45.2	-	-
Noruega	1.7	19.6	90.8	9.2
Portugal	6.1	31.7	-	-
España	4.6	53.9	95.8	4.2
Suecia	5.9	47.8	73.3	26.7
Reino Unido	3.0	36.3	39.1	60.9
Estados Unidos	3.7	45.0	78.1	21.9

España	FBCF en construcción residencial en % del PIB (1992)
1990	5.3
1991	4.9
1992	4.6
1993	4.4
1994	4.3
1995	4.5
1996	4.8
1997	4.6
1998	4.8
1999	5.2
2000	5.8

Nos centramos en la estimación de los precios de la vivienda nueva. Se utilizan los métodos hedónicos, con el fin de captar convenientemente las mejoras en calidad.

La inversión en vivienda nueva tiene un fuerte peso en todos los países y en particular en España. La construcción residencial constituye una parte sustancial de la Formación Bruta de Capital Fijo, y su importancia en el PIB total tampoco es despreciable². Como alternativa a los

¹ Formación Bruta de Capital Fijo

² Eurostat (2.000)

métodos tradicionales (e insatisfactorios) de ajuste por calidad, se han venido utilizando el método hedónico desde que Zvi Griliches lo popularizara a comienzos de los años sesenta³.

Se presentan los diferentes modelos econométricos que hemos estimado para corregir por cambios en la calidad de la vivienda: en primer lugar, un modelo hedónico estándar basado en las características observadas y, luego, los modelos hedónicos con efectos de promoción, por las características no observadas de la vivienda⁴.

1.1.- MODELO HEDÓNICO CON CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS

Estimamos ecuaciones hedónicas estándar de la forma:

$$p_{it} = \gamma_0 + \delta_t + \beta m_{it} + \sum_k \alpha_k c_{kit} + e_{it} \quad (t=1, \dots, T) \quad (1)$$

donde $p = \log P$ y P es el precio de la vivienda, $m = \log M$ y M es su superficie, c son un conjunto de variables ficticias que indican la presencia de determinadas características, como el jardín, el garaje, los armarios empotrados, el aire acondicionado, la piscina, la ubicación, por ejemplo, por distritos, etc., t e i representan el período y la vivienda, respectivamente. Los términos δ_t son coeficientes de variables ficticias de tiempo definidos como variaciones con respecto al valor del año base γ_0 , de modo que $\delta_t = \sum_{s=1}^T \delta_s d_{sit}$, donde d_{sit} toma el valor 1 cuando $s = t$, y 0 en otros casos. En total, se observan $(T + 1)$ períodos.

En lugar de definir nuestra variable dependiente en términos de precio por metro cuadrado y, por lo tanto, suponer que el precio es estrictamente proporcional a la superficie construida (manteniendo constantes las demás características), estimamos la elasticidad precio-tamaño β . Además, en el análisis empírico permitiremos que dicha elasticidad varíe en función de alguna de las características de la vivienda, en particular de las instalaciones de la promoción compartidas con otros vecinos, como el jardín. De hecho, sería de esperar que el precio fuera menos que estrictamente proporcional al tamaño cuando existen muchas instalaciones comunes.

³ Griliches (1964, 1971) y Berndt, Griliches y Rappaport (1995).

⁴ Bover, O. (2001)

Se especifica una forma logarítmica doble en nuestras ecuaciones que capta la relación no lineal entre el precio y la superficie en metros cuadrados y permite una interpretación sencilla de los coeficientes estimados. En concreto, las variables ficticias de tiempo (anuales) definidas con respecto a la constante de la ecuación reflejan (tras una transformación sencilla) las variaciones en los precios con respecto al año base que no se deben a cambios en las características incluidas en la ecuación. Esto es así porque consideramos que los precios sombra de las distintas características (β, α_k) se mantienen constantes a lo largo de nuestro período muestral. Ciertamente, no pensamos que las variaciones en los precios de la vivienda se deban a cambios en el precio de las características a lo largo del período considerado. No obstante, tratamos de estimar ecuaciones anuales de manera que los precios sombra de las características varíen anualmente. Los coeficientes estimados de las características son demasiado inestables en el tiempo, probablemente debido a los problemas de colinealidad tan frecuentes en las ecuaciones hedónicas tradicionales. Sin embargo, este hecho no invalida necesariamente las variaciones en los precios, corregidos por calidad, estimadas a partir de estas regresiones hedónicas, sino que únicamente dificulta cualquier interpretación económica de la evolución de los precios sombra estimados. Dada nuestra forma funcional, medimos las variaciones en los precios de la vivienda con respecto al año base por la tasa de crecimiento de los precios medios, es decir, $[E(P_t) - E(P_0)] / E(P_0)$. Dado que $\delta_t = E(p_{it} - p_{i0} / m = m_0, c = c_0)$, la tasa de crecimiento de los precios medios con respecto al año base viene dada, aproximadamente, por $\exp(\delta_t) - 1$. La aproximación es exacta cuando los precios tienen una distribución lognormal con una varianza constante en el tiempo. Una medida alternativa es la media de las tasas de crecimiento: $E[(P_t - P_0) / P_0] = E(P_t / P_0) - 1$, esta medida depende de la varianza condicionada de $(p_{it} - p_{i0})$.

Para evaluar el alcance del ajuste por calidad de los distintos modelos que hemos estimado, estimamos también la ecuación:

$$(p_{it} - m_{it}) = \gamma_0 + \delta_t + u_{it} \quad (2)$$

La δ_t estimada en (2) es nuestra medida de la inflación de los precios de la vivienda no ajustada por calidad, que es equivalente a las estadísticas de precios medios de la vivienda disponibles habitualmente, definidas en términos de precios por metro cuadrado.

1.2.- MODELO HEDÓNICO CON VARIABLES FICTICIAS DE PROMOCIÓN: EFECTOS ADITIVOS

Una limitación importante en la utilización de las ecuaciones hedónicas estándar para corregir por calidad de la vivienda es que el investigador no observa algunas de las variables que se podrían considerar determinantes importantes del precio de una casa o de un piso. La ubicación concreta (que ni el código postal ni otras clasificaciones disponibles permiten determinar con precisión), los medios de transporte, el tráfico, la proximidad a los servicios o la calidad de la construcción pueden citarse como algunas de estas características no observadas, pero generalmente relevantes. Dado que es probable que estas características no observadas estén correlacionadas con variables ficticias de tiempo y con m , su omisión podría sesgar la inflación estimada de los precios de la vivienda, incluso utilizando la metodología hedónica. Se propone aprovechar el rasgo característico de las promociones en el mercado de la vivienda para tener en cuenta estas variables no observables. Una nueva promoción suele adoptar la forma de numerosas viviendas construidas al mismo tiempo en forma de uno o varios bloques de pisos o de varias casas. Una promoción puede observarse durante un amplio período de tiempo, ya que la información sobre ella es pública desde las etapas iniciales de la obra hasta el momento en el que se venden las viviendas. Los pisos y las casas que pertenecen a una misma promoción se construyen con niveles de calidad similares y pueden compartir instalaciones comunes, como el garaje, el jardín o la piscina. Además, aparte de las características observadas, las viviendas de una misma promoción comparten también características no observadas, como las que se han mencionado anteriormente. Por lo tanto, se trata de tener en cuenta un efecto de promoción específico, ξ_j , que se identifica mediante observaciones repetidas a lo largo del tiempo, y la disponibilidad de distintos tipos de viviendas (definidas por la superficie construida) en cada promoción, las promociones con un único tipo de vivienda y observadas solo una vez han tenido que excluirse de la muestra para estimar este modelo. La ecuación con efectos específicos de promoción aditivos adopta la forma:

$$p_{ijt} = \delta_t + \beta m_{ijt} + \xi_j + \varepsilon_{ijt} \quad (3)$$

donde j representa la promoción. Obsérvese que, ya que todas las características observables de la vivienda (excepto la superficie construida) son constantes para una promoción dada, se encuentran incluidas en el efecto de promoción ξ_j . Para una promoción dada, ξ_j no varía con t , pero, puesto que las promociones existentes cambian con el tiempo, los efectos de promoción captan variaciones temporales.

Por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) estimamos (3), después de transformar las variables en desviaciones con respecto a las medias de promoción, es decir,

$$(p_{ijt} - \bar{p}_j) = \sum_{s=1}^T \delta_s (d_{sijt} - \bar{d}_{sj}) + \beta (m_{ijt} - \bar{m}_j) + (\varepsilon_{ijt} - \bar{\varepsilon}_j) \quad (4)$$

donde \bar{p}_j es la media de promoción de p_{ijt} , y lo mismo para las demás variables. Obsérvese que también introducimos las variables ficticias de tiempo en desviaciones con respecto a las medias de promoción.

1.3.- MODELO HEDÓNICO CON VARIABLES FICTICIAS DE PROMOCIÓN: EFECTOS ADITIVOS Y MULTIPLICATIVOS.

Con mayor generalidad, podría pensarse que algunas instalaciones de la promoción pueden influir en la elasticidad precio-tamaño. Por lo tanto, generalizamos el modelo anterior de efectos de promoción aditivos y tenemos en cuenta las características no observables que actúan también de manera multiplicativa.

El modelo con efectos de promoción aditivos y multiplicativos es:

$$p_{ijt} = \delta_t + \beta m_{ijt} + \xi_j + v_{ijt} \quad (5)$$

Estimamos los coeficientes δ_t de (5) por MCO en la siguiente ecuación transformada:

$$(p_{ijt} - \bar{p}_j) - \hat{\theta}_j (m_{ijt} - \bar{m}_j) = \sum_{s=1}^T \delta_s [(d_{sijt} - \bar{d}_{sj}) - \hat{\phi}_{sj} (m_{ijt} - \bar{m}_j)] + \text{error transformado} \quad (6)$$

donde $\hat{\theta}_j$ es el coeficiente de pendiente específico de promoción en la regresión por MCO de p_{ijt} sobre m_{ijt} :

$$\hat{\theta}_j = \frac{\sum_i \sum_t (p_{ijt} - \bar{p}_j) (m_{ijt} - \bar{m}_j)}{\sum_i \sum_t (m_{ijt} - \bar{m}_j)^2} \quad (7.1)$$

y $\hat{\phi}_{sj}$ es el coeficiente de pendiente específico de promoción en la regresión por MCO de d_{sijt} sobre m_{ijt} :

$$\hat{\phi}_{sj} = \frac{\sum_i \sum_t (d_{sijt} - \bar{d}_{sj}) (m_{ijt} - \bar{m}_j)}{\sum_i \sum_t (m_{ijt} - \bar{m}_j)^2} \quad (7.2)$$

Obsérvese que, para este modelo, necesitamos promociones con más de un tipo de vivienda, con el fin de tener variaciones intrapromoción de la superficie construida, todas las promociones con un único tipo de viviendas tiene que excluirse de la muestra. No era así en el modelo anterior, en el que únicamente se tuvieron en cuenta los efectos de promoción aditivos.

Dado que $\beta_j = \theta_j - \sum_{s=1}^T \hat{\delta}_s \hat{\phi}_{sj}$, una vez que hemos estimado $\hat{\delta}_s$, el β_j puede estimarse

como:
$$\hat{\beta}_j = \hat{\theta}_j - \sum_{s=1}^T \hat{\delta}_s \hat{\phi}_{sj}$$

Del mismo modo, ξ_j puede estimarse como

$$\hat{\xi}_j = \bar{p}_j - \sum_{s=1}^T \hat{\delta}_s \bar{d}_{sj} - \hat{\beta}_j \bar{m}_j$$

A partir de esas cantidades, podemos obtener sus medias y medianas para el conjunto de las promociones.

Los modelos con efectos específicos de promoción que hemos presentado son atractivos porque permiten obtener, de una manera fácil de calcular, índices de precios de la vivienda que son robustos a las características no observables omitidas que pueden ser relevantes para determinar el precio de una vivienda. Además, al contrario que en el modelo hedónico habitual, los datos que se necesitan son pocos (solo el precio, la superficie construida y el identificador de promoción), ya que se tienen en cuenta todas las características específicas de promoción. La obtención de observaciones repetidas a lo largo del tiempo no parece problemática, dado que cualquier nueva promoción se mantiene en el mercado durante un período considerable. Naturalmente, con estos modelos no obtenemos estimaciones directas del precio sombra de las características, y las variaciones de precios ajustados por calidad se definen como la variación residual de precios, es decir, la variación no atribuible a cambios en el precio de las características. No obstante, suponiendo que las características observadas y no observadas no están correlacionadas, las estimaciones de los precios sombra de las características observadas pueden obtenerse en una segunda etapa mediante una regresión de los efectos de promoción estimados sobre sus características observadas.

El método anterior se basa en la variación de precios dentro de una misma promoción a lo largo del tiempo para captar la inflación neta de cambios en las características de promoción no observadas. Un sesgo potencial en nuestras estimaciones procede de la existencia de diferencias sistemáticas entre las viviendas vendidas al comienzo y al final de una promoción. Nuestro método tendrá en cuenta estas diferencias, siempre que la superficie en metros cuadrados u otras variables observables las capten, pero no si se produjeran variaciones de las características no observadas dentro de una misma promoción.

1.4.- CÁLCULO DE LOS ERRORES ESTÁNDAR

Nuestros datos se componen de observaciones sobre viviendas individuales que pertenecen a distintas promociones. En cada promoción se observan varios tipos de vivienda para

un cierto número de períodos. Se observa el número de viviendas de cada tipo en una promoción y un período de tiempo dados. Los precios observados de todas las viviendas de un tipo, promoción y período dados son los mismos.

Sea n el número total de observaciones individuales de la muestra y q el número de grupos de observaciones de tipo-promoción-período con el mismo precio observado. El estimador MCO en la muestra n original y el estimador MCG agrupado en la muestra q proporcionan las mismas estimaciones, aunque los errores estándar convencionales de este último son $(n/q)^{1/2}$ veces mayores que los obtenidos con el primero.

Los errores estándar del estimador MCO en la muestra n son adecuados si consideramos que los precios observados y los efectivos coinciden, de manera que no hay variación en los precios dentro de los grupos tipo-promoción-período. Por otra parte, los errores estándar del estimador MCG de la muestra q serían adecuados si tratáramos los precios observados como medias de grupo de los precios efectivos subyacentes, con tanta variación intragrupos como intergrupos.

Claramente, este último no es un supuesto razonable. Por ello, nos basamos en la muestra n para la inferencia, utilizando al mismo tiempo errores estándar que son robustos a la heteroscedasticidad. Una posibilidad intermedia sería suponer una determinada varianza intragrupo distinta de cero, pero no lo hacemos, ya que tal elección sería arbitraria, y consideramos que la variación en los precios de transacción de un cierto tipo y promoción, en un período dado, es pequeña.

Se procede a la estimación de varios modelos hedónicos alternativos, de los cuales, se selecciona, a través del proceso de validación², el que a continuación se presenta.

1.- Con características observadas.

2.- Con variables ficticias de promoción:

² Caridad (1997)

a.- Efectos aditivos

b.- Efectos aditivos y multiplicativos

3.- Cálculo de los errores estándar.

2.- ESTIMACIÓN DEL MODELO HEDÓNICO.

Se procede a la estimación de varios modelos hedónicos alternativos, de los cuales, se selecciona, a través del proceso de validación, el que a continuación se presenta.

Ecuación 4.1. Estimación del modelo hedónico.

$$\text{Pr } \hat{e}c_i = -4734,817 + 140,018\text{Superficie } \hat{U}t_i - 236,260\text{Número de Bloques}_i + 91,772\text{ITipo}_i + 9,320\text{ISituación}_i + 23,212\text{ILocalización}_i + 6,602\text{ICalidad Edificio}_i$$

Tabla 4.1. Estimación de la ecuación hedónica

Coefficientes^a

	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.	Correlaciones			Estadísticos de colinealidad	
	B	Error tip.	Beta			Orden cero	Parcial	Semiparcial	Tolerancia	FIV
(Constante)	-4735	306,68		-15,439	,000					
Número de bloques	-236,3	8,480	-,401	-27,862	,000	,405	-,519	-,262	,428	2,336
Superficie útil	140,02	2,245	,865	62,382	,000	,767	,805	,587	,461	2,170
IND_T100	91,772	2,219	,456	41,358	,000	,643	,669	,389	,729	1,372
I_SIT100	9,320	3,071	,031	3,035	,002	,276	,066	,029	,841	1,190
I_LOCA00	23,212	4,156	,063	5,585	,000	,185	,121	,053	,705	1,418
I_CAED00	6,602	2,518	,029	2,622	,009	-,016	,057	,025	,723	1,383

a. Variable dependiente: Precio de mercado (miles de pta)

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tip. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. del cambio en F	
1	,902 ^a	,813	,813	3070,59523	,813	1531,438	6	2108	,000	,619

a. Variables predictoras: (Constante), I_CAED00, Superficie útil, I_SIT100, IND_T100, I_LOCA00, Número de bloques

b. Variable dependiente: Precio de mercado (miles de pta)

ANOVA^b

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	8,664E+10	6	1,444E+10	1531,438	,000 ^a
	Residual	1,988E+10	2108	9428555,1		
	Total	1,065E+11	2114			

a. Variables predictoras: (Constante), I_CAED00, Superficie útil, I_SIT100, IND_T100, I_LOCA00, Número de bloques

b. Variable dependiente: Precio de mercado (miles de pta)

En dicha ecuación el precio de la vivienda (en miles de pesetas), queda finalmente explicado por la superficie (en metros cuadrados), el número de Bloques, el índice Tipo de vivienda, índice de Situación, índice de Calidad del Edificio, índice de Localización. En relación a las variables explicativas se debe indicar que se estimaron otros modelos alternativos

incluyendo además otras variables e índices tales como: número de dormitorios, número de cuartos de baño, número de terrazas, número de viviendas por bloque, índice de Calidad de vivienda, índice de servicios de la vivienda, índice de instalaciones, índice de reformas, índice de entorno, índice de barrio, índice de parking, éstas se rechazaron tras el proceso de validación de los modelos.

En lo que al proceso de validación se refiere, se indican los resultados de los contrastes aplicados al modelo.

Tabla 4.4. Análisis de Multicolinealidad.

Diagnósticos de colinealidad

Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de la varianza						
				(Constante)	Número de bloques	Superficie útil	IND T100	I SIT100	I LOCA00	I CAEDY
1	1	5,441	1,000	,00	,00	,00	,01	,00	,00	,00
	2	,880	2,486	,00	,27	,00	,02	,00	,01	,01
	3	,320	4,125	,00	,16	,00	,61	,00	,00	,00
	4	,172	5,621	,03	,05	,02	,25	,18	,01	,01
	5	8,361E-02	8,067	,00	,03	,34	,06	,37	,21	,21
	6	6,886E-02	8,889	,00	,36	,46	,05	,01	,60	,60
	7	3,406E-02	12,639	,97	,13	,17	,00	,43	,16	,16

a. Variable dependiente: Precio de mercado (miles de pta)

El índice de condición para la multicolinealidad es $\kappa = 12'639$, y $R^2 = 0,813$.

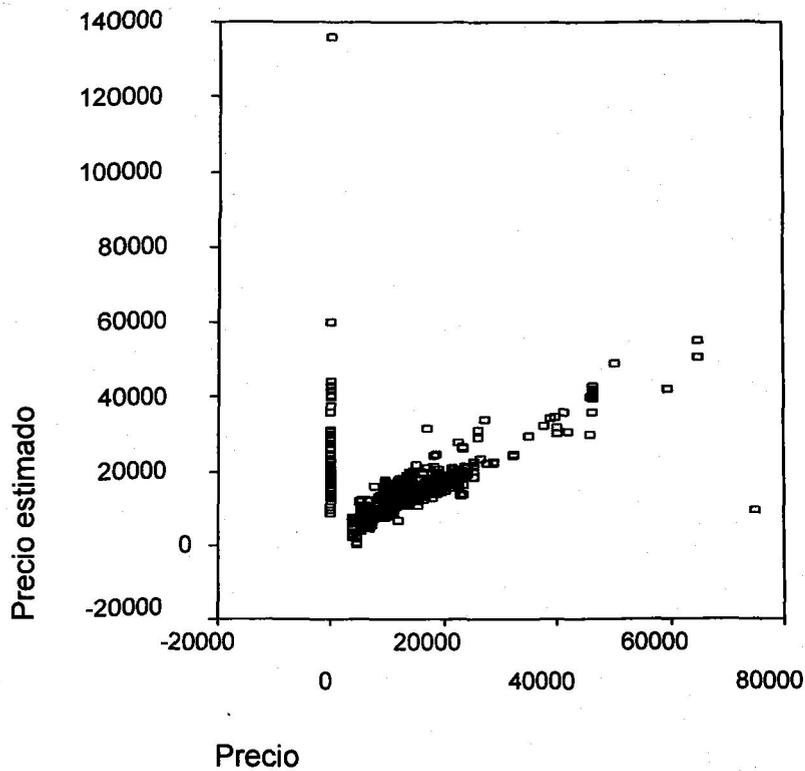
Estadísticos sobre los residuos^a

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación tip.	N
Valor pronosticado	474,7677	55147,75	12604,31	6401,70054	2115
Valor pronosticado tip.	-1,895	6,646	,000	1,000	2115
Error típico del valor pronosticado	108,24239	647,01831	169,04939	51,27541	2115
Valor pronosticado corregido	452,6912	54689,98	12603,20	6397,45782	2115
Residuo bruto	-14327,3	65176,02	,0000	3066,23462	2115
Residuo tip.	-4,666	21,226	,000	,999	2115
Residuo estud.	-4,701	21,274	,000	1,001	2115
Residuo eliminado	-14540,1	65469,02	1,1037	3083,90235	2115
Residuo eliminado estud.	-4,724	24,000	,002	1,031	2115
Dist. de Mahalanobis	1,627	92,863	5,997	5,414	2115
Distancia de Cook	,000	,291	,001	,008	2115
Valor de influencia centrado	,001	,044	,003	,003	2115

a. Variable dependiente: Precio de mercado (miles de pta)

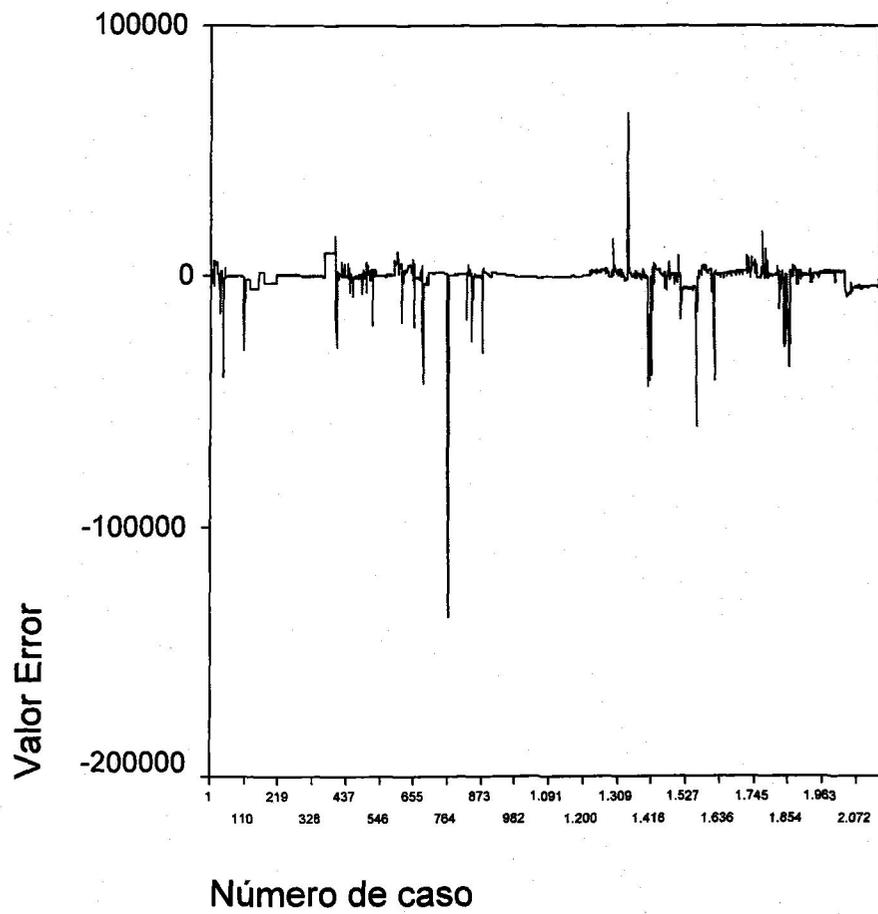
Los precios estimados a través del modelo hedónico seleccionado se comparan con los precios reales obtenidos en la muestra. El presente gráfico muestra el resultado de dicha comparación.

Gráfico 4.1 Scat Precio Real vs. Precio Estimado (miles de ptas).



Como se observa en el gráfico, la mayoría de las observaciones se aproximan a la bisectriz del primer cuadrante, exceptuando las observaciones correspondientes a las viviendas de precios más elevados en las que el modelo proporciona valores estimados inferiores al valor de mercado. En vista de los resultados, se procede a representar los residuos del modelo para evaluar su comportamiento.

Gráfico 4.2. Residuos obtenidos (miles de ptas).



A partir de los gráficos de los errores, se puede observar un proceso de infravaloración en aquellas viviendas de precios más elevados.

4.5.- ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE LA VIVIENDA EN CÓRDOBA A TRAVÉS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

4.5.1. CONSIDERACIONES PREVIAS AL ANÁLISIS.

Como se ha indicado, existen ventajas objetivas en la aplicación de las redes neuronales en un problema complejo como es el de tratar de explicar los precios de la vivienda a partir del conjunto de atributos que la componen.

El trabajar con redes neuronales multicapa presenta una serie de cuestiones previas que se deben tener en cuenta a la hora de determinar la estructura óptima de la red. Así, se mantienen unas restricciones de carácter estructural de la red como son la imposibilidad de conexión con capas anteriores, y de conexión entre neuronas de una misma capa, existencia de una sola capa de entrada y otra de salida, etc.

Otro problema que se plantea en este tipo de redes es la selección del número de capas ocultas de la red y el número de neuronas por capa. Así, el número de nodos que forman las capas ocultas debe de ser lo suficientemente elevado para que permita la solución de problemas complejos, pero no tan elevado que la estimación de los pesos no resulte fiable para el conjunto de patrones de entrada. Además, un número excesivo de capas puede generar ruido, pero se puede conseguir una mayor tolerancia a fallos¹. En lo que al número de neuronas por capa se refiere indicar que no se establecen reglas concretas para la determinación del número de neuronas o el número de capas de una red para resolver un problema concreto. El número de neuronas ocultas interviene en la eficacia del aprendizaje y generalización de la red². Así, en general, pocas neuronas ocultas provocan que la red no distinga bien las características del problema provocando que en la fase de entrenamiento no se alcancen los límites especificados, mientras que la definición de demasiadas neuronas ocultas, sin embargo, aunque no lleve a resultados erróneos, genera procesos tediosos de entrenamiento, además de producir la pérdida de capacidad de generalización de la red.

El siguiente aspecto es la división de la muestra al azar en dos grupos: en la estimación de cualquier modelo primero de ello se tomará como patrón ejemplo para entrenar la red, y el segundo se utilizará para comprobar la eficiencia de la misma. La correcta selección de la

¹ Bonilla (1997)

² Hilera (1995)

muestra será uno de los principales factores que determinarán el grado de eficiencia de la red. Este proceso es idéntico al que se debe usar en los modelos hedónicos.

Con este fin, y al no existir un único modelo de vivienda debido a que las características de las viviendas varían de un inmueble a otro, ambas muestras debían recoger las distintas categorías de pisos que se pudieren dar. Se procede a seleccionar aleatoriamente, a partir de estratos de precio y barrio el conjunto de viviendas que determinan el conjunto de patrones de aprendizaje, utilizando las restantes para la validación de la red y poder así evaluar su eficiencia.

La última consideración a tener en cuenta, y no por ello la menos importante, será la determinación tanto de las funciones de activación de las neuronas en las capas ocultas (lineal, sigmoideal, etc.) como de los algoritmos de entrenamiento (BP estándar, y sus variantes como término del momento, gradientes conjugados, Quickprop). Sobre esto último hay que tener en cuenta que constantemente aparecen nuevas propuestas en la literatura y que en numerosas ocasiones, un método ideal para acelerar un entrenamiento puede proporcionar un pobre rendimiento en otra aplicación diferente³.

Considerando todas estas cuestiones previas se diseña la red comenzando por la elección de un vector de observaciones de las variables exógenas (señales de entrada), con sus correspondientes observaciones de la variable endógena (salida deseada), e introducción de dicho vector en la red. Dicha información se propagará hasta la capa superior obteniendo el vector salida. Este proceso se realizará mediante la función de activación que produce la transformación de las de las entradas netas de cada nodo de una misma capa en salidas de nodos de dicha capa a la siguiente, constituyendo así, las entradas de la capa superior. Una vez realizado el proceso con los n vectores de entradas se precede a calcular la salida global de la red, y por diferencia con la salida deseada se obtiene el error global por unidad de salida. A continuación, se procede a determinar la contribución relativa de los nodos a dicho error. Para determinar la dirección en la que dichos pesos serán modificados se procede a calcular el gradiente de la señal de error (parcial de la función de error con respecto a los pesos) y éstos se modifican de manera que se minimice dicho gradiente. Este proceso se repite para cada vector del conjunto de patrones de entrenamiento hasta que el error global obtenido sea mínimo.

Mediante el desarrollo de este comportamiento se consigue la autoadaptación de la red, así, la red habrá se provee de una representación interna y externa permitiendo que cuando se le

³ Freeman y Skapura (1993)

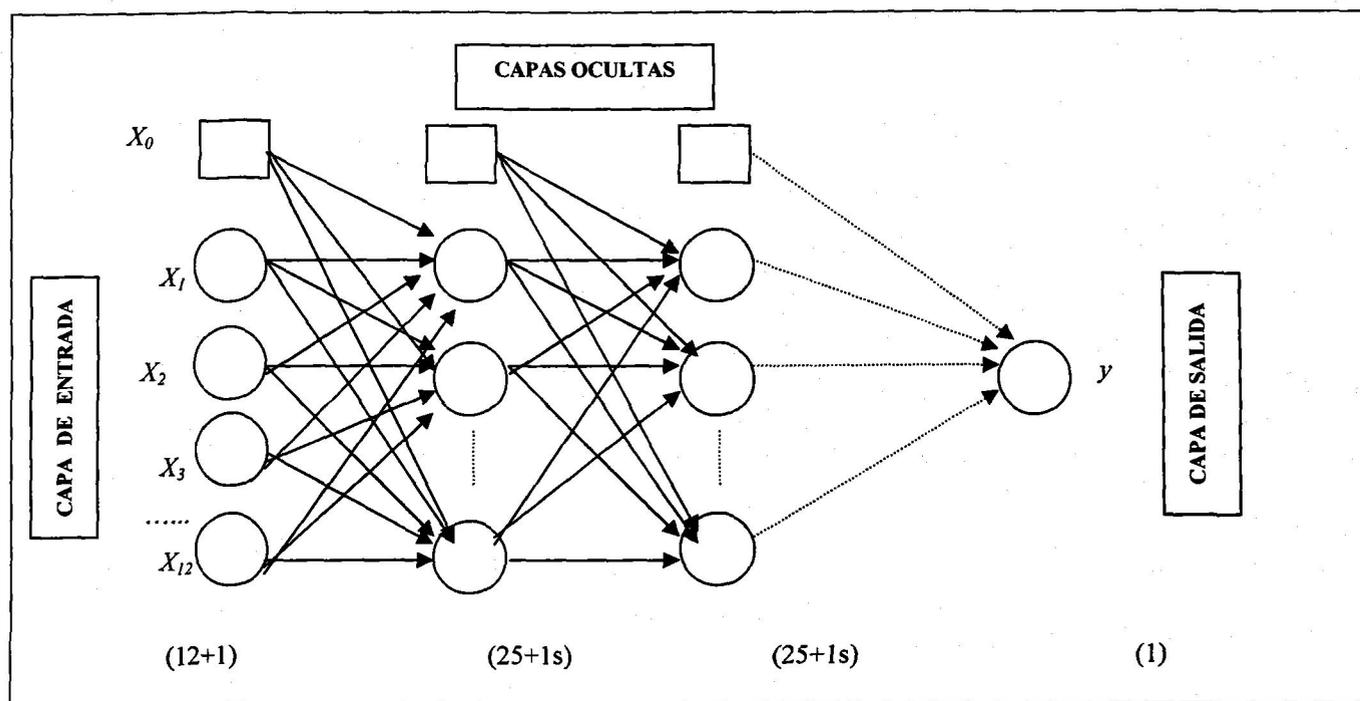
presente una nueva entrada, pueda proporcionar una salida adecuada, es lo que se denomina *capacidad de generalización*.

4.5.2. ESTIMACIÓN DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES.

En el proceso de elaboración de la red con mayor capacidad de predicción del precio del inmueble cordobés se diseña una red multicapa, por ser esta última la que mejores resultados proporciona en este tipo de análisis⁴. La aproximación del precio de la vivienda a través de una red neuronal se realiza tomando como inputs las mismas variables internas y externas que fueron utilizadas en la estimación del modelo de regresión. Se pretende con dicha red realizar comparaciones con los resultados obtenidos en ambas estimaciones.

En lo que a la arquitectura se refiere se diseña numerosas redes combinado arquitecturas, funciones de aprendizaje y algoritmos de entrenamiento. Finalmente, se selecciona una red de propagación hacia atrás (backpropagation) con conexiones estándar, cada nivel conectado con el inmediatamente anterior, del tipo 5:14s:14s:1, cuyas funciones de activación en las neuronas de las capas ocultas son de tipo sigmoidal o logística $f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$. Con respecto a esto último, indicar que la utilización de funciones de activación lineales, tangenciales (tangente hiperbólico), gaussiana, etc.⁵, sin embargo fue con la sigmoidad con la que se obtienen mejores resultados en este caso. En lo que a la determinación del algoritmo de entrenamiento, se selecciona el método de los momentos por ser el que mejor resultados ha producido en esta aplicación.

Figura 4.3 Red 12:25s:25s:1



⁴ Hayking (1999), Freeman y Skapura (1993)

⁵ Freeman y Skapura (1993)

El tiempo de entrenamiento o aprendizaje de la red finalmente seleccionada fue de 5 horas⁶ Se presenta a continuación los pesos finales para cada una de las capas.

⁶ Pentium IV a 450MHz, 64 MB de memoria.

Tabla 4.1: Pesos Primera Capa Oculta

13x26	bias	1	2	3	4	5	6
1	-0,1896706	0,0173675	0,2334301	0,1438841	-0,2702767	0,2630665	-0,3437639
2	0,0924556	-0,6570856	0,1980148	0,2109488	0,0059962	0,1874553	-0,0151892
3	-0,1032263	0,5419015	0,3546547	0,1170049	-0,1632356	0,0659635	0,3688817
4	0,5682638	0,8012512	0,4379725	0,5119013	0,0888685	0,1568598	-0,4953424
5	-0,1158852	-1,3071166	0,1558482	-0,6376587	0,1360863	-0,2462046	-0,0215899
6	0,0165484	-0,3864287	-0,0551636	0,1978554	-0,112296	0,2294385	0,1153732
7	-0,0473836	-0,5853041	-0,4321054	-0,0965687	-0,0335626	-0,2365169	-0,2173289
8	0,2710869	0,625719	0,0395905	0,3771949	-0,1517771	0,0437295	0,0088607
9	0,5645294	0,48152	0,2003826	0,3446073	0,4582772	0,4686304	-0,215844
10	0,0612395	-0,4224184	-0,504357	0,4441064	0,3388452	-0,1309899	-0,3132499
11	-0,3128339	-0,2215597	-0,1882875	-0,177502	-0,3365129	-0,3544846	0,2557637
12	0,2678391	0,8095695	-0,113796	-0,4421524	0,1424045	0,3220716	-0,4425055
13	0,2473752	0,5911661	-0,0284073	-0,160494	0,2096056	0,3739401	0,0534527
14	0,1299377	0,1267886	-0,215619	0,1232724	0,067114	0,1515516	-0,2069317
15	-0,0491719	-0,1531975	-0,3404979	0,3576595	-0,2194664	-0,0239788	-0,0044171
16	-0,1615676	0,3260596	0,1823169	-0,1495987	-0,4276433	0,1124667	-0,5828064
17	-0,3270994	0,8141018	-0,1074514	0,2309835	0,1602977	-0,1569439	0,6661524
18	-0,4777046	2,2655995	-1,233537	0,0869271	-0,0307775	-0,1881859	-0,0765364
19	0,4636971	1,7558538	0,7801102	0,6569188	-0,1650908	0,5654449	-0,757921
20	-0,0814579	-0,7404748	0,0296981	-0,0355935	-0,1080533	0,0926662	0,1270572
21	0,4700109	0,2717049	0,2903374	0,3455707	0,1951966	0,0400269	-0,4214589
22	0,3406925	0,3923889	0,3106893	0,6405496	-0,1039523	0,6630931	0,7431369
23	-0,17484	-0,9781126	-0,038586	0,0860161	-0,1087214	-0,0676175	-0,3652275
24	0,16098	2,3607216	-0,8396611	-0,5318003	-0,0253699	0,6017228	-0,1373537
25	-0,4489323	-1,904093	0,4676324	0,1909184	0,0344114	-0,1139302	-1,0364056

13x26	7	8	9	10	11	12
1	0,2428441	-0,0848113	0,1043643	-0,1051475	-0,0783233	0,1259244
2	0,4070623	-0,201162	-0,0126714	-0,3688201	-0,0795533	0,4321274
3	0,2783938	0,2056825	-0,359558	0,0095793	-0,0370074	-0,2054079
4	0,1829528	-0,11049	-0,0901127	-0,144528	0,1242525	0,3311867
5	0,1726361	-0,3023442	0,3190831	0,694124	-0,5688016	-0,3936487
6	-0,0452411	-0,3756521	0,1160293	0,0231534	0,194802	-0,1396836
7	-0,1542245	-0,1840587	-0,0998818	0,3059127	0,1776366	-0,1649308
8	-0,2709171	0,4790548	0,0604946	-0,7008731	0,0002783	-0,094575
9	0,1011627	0,3225871	-0,1748241	-0,3795362	0,2371283	0,0183643
10	0,4504099	0,2973933	0,9373037	0,6880852	-0,3974502	-0,584015
11	0,1319137	-0,5266024	0,399451	0,4361761	-0,2379687	0,2223632
12	-0,1821898	0,305272	0,1926946	0,3172123	-0,4905807	0,5625229
13	-0,1765293	-0,0145916	-0,0825279	-0,0611996	-0,010172	0,0809282
14	0,124907	0,3619565	-0,0526996	-0,4768817	0,2515265	-0,1388762
15	-0,1799333	-0,0934941	-0,0259628	0,0039542	0,0095237	0,0807676
16	-0,2696276	0,2555125	-0,9493375	-0,0226392	0,2883892	0,0305264
17	-0,2893393	-0,1610623	0,4780395	-0,2009344	0,3473682	-0,5996773
18	0,1196967	-0,3896693	0,2548764	0,2532778	1,0311955	1,1626054
19	0,6042209	-0,6096346	1,0533305	0,3316237	-0,4338272	0,2464107
20	0,2408953	-0,0574744	-0,0155792	-0,1922257	0,2343677	0,0139886
21	-0,0511797	0,3901029	-0,5266112	-0,5872207	0,421789	0,1236348
22	0,0639274	-0,5946997	-0,2600207	0,8657089	-1,2363806	-0,3318256
23	0,1311699	0,0397191	0,315995	0,1232882	-0,1947215	0,3690241
24	0,2444745	-1,0117555	0,243044	1,2841825	-0,4628924	-0,4767498
25	0,0357633	-0,2748909	-0,2643498	0,3381389	0,3160255	0,6114472

Tabla 4.2: Pesos Segunda Capa Oculta

13x26	bias	1	2	3	4	5	6
1	0,1304115	0,2188818	-0,0611912	-0,0756655	-0,2745904	0,4708689	0,400929
2	-0,0567488	0,1681987	-0,1544165	0,4596883	0,1475538	-0,4306852	-0,0992187
3	0,1921523	0,210556	0,3240292	-0,2465005	-0,2301529	0,2726707	0,2146506
4	0,3384259	0,2767975	-0,1643821	-0,2191268	0,0501445	0,1742848	-0,0752087
5	0,1319809	-0,2189188	0,1160376	-0,0010594	0,2438722	0,3165312	-0,0446556
6	0,2320502	-0,2075512	0,1608227	-0,0928498	-0,1868723	0,4002776	-0,0014889
7	0,1146218	0,1987909	-0,0484745	-0,175642	-0,0381553	0,0003907	0,0517962
8	-0,1595282	0,0045266	0,05639	-0,3253495	-0,251137	0,3835123	0,3493414
9	0,3381655	-0,0847251	-0,0127964	0,2401972	-0,1419615	-0,0212114	-0,0661016
10	0,1500067	-0,1861646	-0,0124093	-0,1320741	0,1758601	0,1820795	0,3279288
11	0,0004289	-0,1313002	-0,2004179	-0,1050832	0,4538318	0,011594	-0,0694399
12	0,3886156	0,1398488	0,2917834	-0,2193379	-0,0221015	0,2733921	-0,1445056
13	0,0510849	-0,0768606	-0,2962565	0,3708163	0,5169297	-0,6532103	-0,0337041
14	-0,0841994	-0,0343842	-0,0176191	-0,237246	-0,2495732	0,3184897	-0,0969477
15	0,041115	-0,0159891	0,3138528	-0,2888485	0,2441329	0,2491281	0,4291162
16	-0,1114783	0,1635409	0,3121011	-0,2070119	0,1410472	0,1272504	0,2151198
17	0,2036676	0,2634763	0,1707475	0,0359297	0,4512359	-0,4775827	0,1198283
18	0,390636	0,2416721	0,2599772	0,2632136	0,0274492	0,1545393	-0,0573979
19	0,2032269	0,1070442	0,2945055	-0,113012	-0,2450333	0,5139232	0,1623455
20	-0,1725483	0,1191455	0,0231836	-0,0481931	-0,2002205	-0,0978729	-0,1640121
21	0,0182437	0,2605762	0,4126101	0,2330029	-0,1059369	0,0926615	0,3211846
22	-0,1413788	0,3439561	-0,1424795	0,3656509	0,0335442	-0,4593486	-0,3078901
23	0,2031082	-0,1466521	0,3290554	0,0381062	-0,0344855	0,3998782	0,0521188
24	-0,1066756	0,1327624	-0,0472507	0,1964168	-0,2720589	0,2372146	0,0188077
25	0,3728078	0,06551	-0,1155363	0,3389677	0,5239898	-0,4479367	0,1858332

13x26	7	8	9	10	11	12	13
1	-0,1335903	-0,1915967	-0,3304842	0,0520085	0,2813125	-0,256935	0,1338898
2	-0,1677066	0,1244354	0,4713375	-0,3777005	-0,2721508	0,23638	0,426715
3	-0,1283886	-0,2432816	0,0875916	0,0146354	0,2184113	-0,3067326	-0,0412872
4	-0,0642034	0,2225089	0,0297363	0,177568	0,1132518	0,0119328	0,1826685
5	-0,0764127	-0,2068584	0,0869487	0,4905541	0,2367968	-0,0288169	0,0713064
6	0,224114	-0,3230608	0,0724856	0,1524226	0,151634	-0,0065822	0,167958
7	0,2693872	0,0290972	-0,1690946	-0,0148085	-0,2428176	0,2402864	0,2930606
8	0,3778104	-0,1432806	-0,3345871	0,0521344	0,1467373	-0,2960508	-0,0955332
9	-0,0570317	-0,2400692	-0,1179781	0,4937538	-0,1088697	-0,1022886	0,0843111
10	0,2321224	-0,1333525	0,0041799	-0,0784089	0,3518441	0,223793	-0,2206695
11	0,065851	-0,0860653	0,3836502	-0,1367684	-0,1097017	0,401283	0,2591407
12	0,181026	0,1167838	0,1715851	0,225965	0,3560795	0,0781794	0,0000531
13	0,092518	0,1304314	0,3502691	-0,4320657	-0,1440283	0,4914235	0,1499551
14	0,0353582	0,0875832	0,2770035	0,26916	0,1124465	-0,2813448	0,066922
15	0,3605925	0,1090534	-0,0483293	-0,030058	0,2263961	-0,0118977	0,033472
16	0,1558178	0,0442634	0,0254845	-0,2812057	0,1069151	0,2991713	0,250040
17	-0,3042399	0,2588833	0,4294384	-0,5050344	-0,2138723	0,1241996	0,218714
18	0,1979037	-0,0432824	-0,0734831	-0,174225	-0,012492	-0,0953538	-0,069034
19	0,1525874	0,1543245	-0,0582933	0,2366097	-0,1269001	-0,2624735	-0,344193
20	0,0571365	0,0501695	0,0445856	0,0776785	0,3098786	-0,2964031	-0,12308
21	0,3810284	-0,239524	-0,0907978	0,4119614	-0,0504068	-0,0347097	-0,137328
22	-0,073218	0,4839364	0,3742012	-0,4620846	-0,3856845	0,1713728	-0,016692
23	0,141463	0,2525201	0,1933217	0,0592626	-0,0430442	-0,2714076	0,190007
24	0,1277191	-0,0735524	0,1459881	-0,0631578	0,2949293	-0,3008575	-0,06462
25	-0,2610746	0,5628058	0,4579448	-0,2086333	-0,3577685	0,2870277	0,425431

13x26	14	15	16	17	18	19	20
1	-0,2674692	-0,16987	-0,3599162	-0,0605201	-0,3124748	-0,6918475	0,0032499
2	0,2914841	0,2162135	0,5679516	0,2409492	0,5534457	0,5582966	0,0450386
3	0,1352237	0,2920486	-0,1422097	-0,2591587	-0,2445929	-0,0296808	0,2014103
4	0,3140294	-0,146313	-0,2357037	0,0275914	-0,2761396	0,3147486	-0,0498037
5	-0,1397012	-0,0153687	0,0921209	-0,0369928	-0,2701577	-0,2611995	0,1957542
6	0,0516939	0,1411645	-0,314904	-0,0219172	-0,1520144	-0,5302818	0,1556212
7	0,3329262	0,0409701	-0,1561534	0,3017242	0,3180696	0,0389159	0,3172317
8	0,0847896	0,1834043	-0,5561522	-0,1257549	-0,7027185	-0,431648	0,1969701
9	0,3516406	-0,0615968	-0,1402068	-0,1887684	-0,2887572	-0,2640714	0,3041918
10	-0,1102234	0,2115054	0,114085	0,2192353	-0,2556246	-0,0105044	0,15187
11	0,3333641	0,3018306	0,0848354	0,2326282	0,1147709	0,3811307	-0,0395098
12	0,2488018	-0,211681	-0,0487726	0,0948326	-0,3588069	-0,3127672	0,2881649
13	0,3457512	-0,0400909	0,2374191	0,3813953	0,6103024	0,7624817	0,027274
14	0,2641202	0,1887162	-0,2698954	0,1190252	0,0568027	0,0732538	0,3767256
15	0,2858738	-0,1024589	-0,0350986	0,0775853	-0,4835759	-0,4399629	-0,0333698
16	0,1656798	-0,1980148	0,2291644	0,2876033	0,3018067	0,1005475	0,1485439
17	-0,1215322	-0,1875588	0,144269	0,4351859	0,3825785	0,5869789	0,1697129
18	0,1435884	0,1919608	0,1114517	-0,064135	-0,1763788	0,2327534	0,1951171
19	-0,0965533	0,2736719	0,0991123	-0,389224	-0,8650996	-0,3441875	0,4631552
20	-0,1059482	0,123979	-0,0323678	-0,311114	-0,2586676	-0,0628426	0,122309
21	0,1644558	0,0017603	-0,0825425	-0,3694306	-0,4838884	-0,3171191	0,1825152
22	0,2961087	0,1556433	0,0028225	0,4924096	0,540597	0,8581451	-0,0864301
23	-0,1271837	-0,0788324	-0,01061	-0,0939578	0,0914947	0,0609814	0,350082
24	0,1733337	0,1753115	-0,1932334	-0,2792058	-0,3947309	-0,2853591	0,3829206
25	0,1513229	-0,1999677	0,313896	-0,0062958	0,683286	0,6487772	-0,2508594

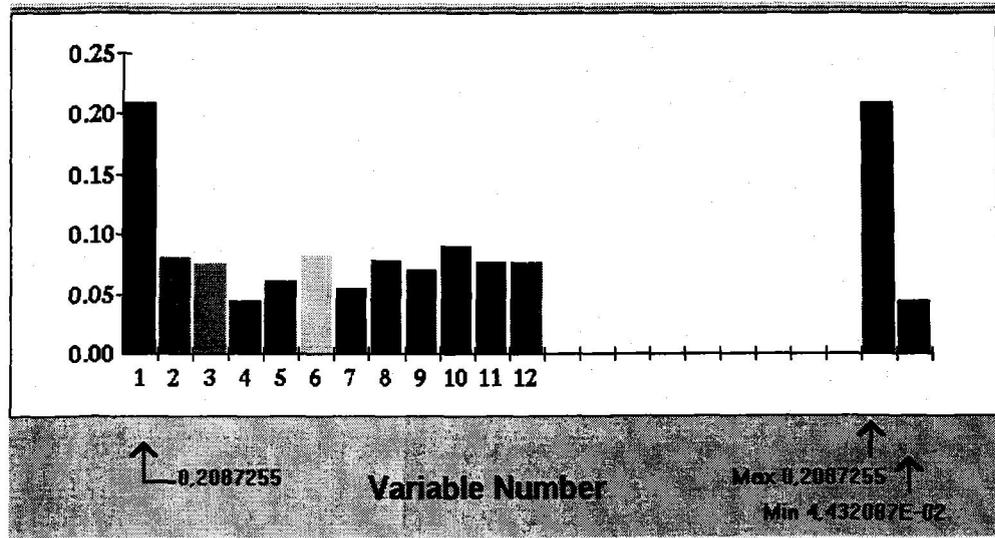
13x26	21	22	23	24	25
1	-0,296858	-0,4296373	0,4714161	-0,6598206	0,6352692
2	0,0960633	0,2781313	0,0531653	0,4746772	-0,4638667
3	0,1923709	-0,0503352	-0,1801128	-0,2727427	0,1603846
4	0,3350941	0,2404333	0,0613501	0,2554759	0,2206381
5	0,0832376	-0,204714	0,5045663	-0,5166419	0,5210075
6	-0,3316516	-0,4724331	-0,0332173	-0,4257273	0,5198933
7	0,2088682	0,0331379	-0,1910082	0,0240871	-0,1493748
8	-0,4907036	-0,4375018	0,0674206	-0,8419795	0,6727328
9	0,0602526	-0,3019812	-0,0276574	-0,3754121	0,468744
10	0,0998431	0,2035846	0,1437836	-0,3097133	-0,0442651
11	0,138432	0,3369502	-0,3198162	0,4471219	-0,1114684
12	-0,2082952	0,1965678	0,2136635	0,0218957	-0,0626146
13	0,5534798	0,2245265	-0,208271	0,5925446	-0,3521851
14	-0,1782454	0,024398	0,2289866	-0,4245765	0,3628045
15	0,0825635	-0,153487	0,3522851	-0,3348434	0,4615777
16	-0,1600056	0,2627541	0,2923158	0,0493241	-0,2454263
17	0,0065328	0,3745483	-0,05993	0,5689472	-0,1230989
18	0,1468823	0,2765919	0,0454541	-0,1588328	0,2652377
19	-0,0399681	-0,4928031	0,5209771	-0,7260507	0,893268
20	-0,1225635	-0,1369752	0,1038266	-0,0195571	0,4660522
21	0,1045329	-0,5718664	0,5994532	-0,7157354	0,6944001
22	0,2100238	0,5542266	-0,0109924	0,5438656	-0,437691
23	0,0072664	0,1855591	-0,0334176	-0,3518924	0,1393951
24	-0,166768	-0,0959357	-0,022695	0,0699306	0,2429844
25	0,4681543	0,0371011	-0,287181	0,741451	-0,5931285

Tabla 4.3 Pesos Capa Salida

26x1	bias	1	2	3	4	5	6
1	0,1059501	-1,1024896	0,9926215	-0,3715262	0,0213755	-0,7551799	-0,8247918
26x1	7	8	9	10	11	12	13
1	0,1658697	-1,1889542	-0,5871434	-0,1680196	0,6124089	-0,3216886	1,2532781
26x1	14	15	16	17	18	19	20
1	-0,4101938	-0,6894429	0,200591	0,9511159	-0,2023338	-1,3345836	-0,4210631
26x1	21	22	23	24	25		
1	-1,182333	1,1304934	-0,2597639	-0,4387626	1,2672262		

Se procede a observar, a partir de los pesos obtenidos en las distintas capas, la influencia de los inputs sobre el precio de mercado. La variable superficie útil (metros cuadrados) se consolida como la de mayor influencia en el precio final estimado, contribuyendo veinte por ciento del precio del inmueble (20'873%)⁷. Las restantes variables –número de baños, índice tipo de vivienda, planta donde se ubica la vivienda, mayoritariamente exterior, ascensor, acceso directo al garaje, posesión de antena parabólica, posesión de piscina, zonas ajardinadas, proximidad al centro, facilidad de acceso a la vivienda- que contribuyen a dicho valor en la medida(8'055%, 7'544%, 4'432% 6'087%, 8'238%, 5'488%, 7'820%, 7'065%, 9'002%, 7'718%, 7'68% respectivamente).

⁷ Caridad y Ceular (1999)

Gráfico 4.5. Contribución Relativa de los Factores.

Con respecto a la contribución de los factores indicar que se prueba con otras redes, concretamente las que provienen de introducir como inputs cada conjunto de variables explicativas de los modelos alternativos. En todos los casos resultaba la superficie como el input de mayor contribución a la hora de explicar el precio. La restante contribución se distribuye prácticamente igual en el resto de características. Evidentemente, siempre que se incrementen el número de inputs en la red, como ocurre al entrenar las variables correspondientes el modelo alternativo (3), donde el número de inputs era muy superior, los pesos de la red decrecieron notablemente, permaneciendo siempre por encima la contribución de la variable superficie con respecto al resto de las mismas.

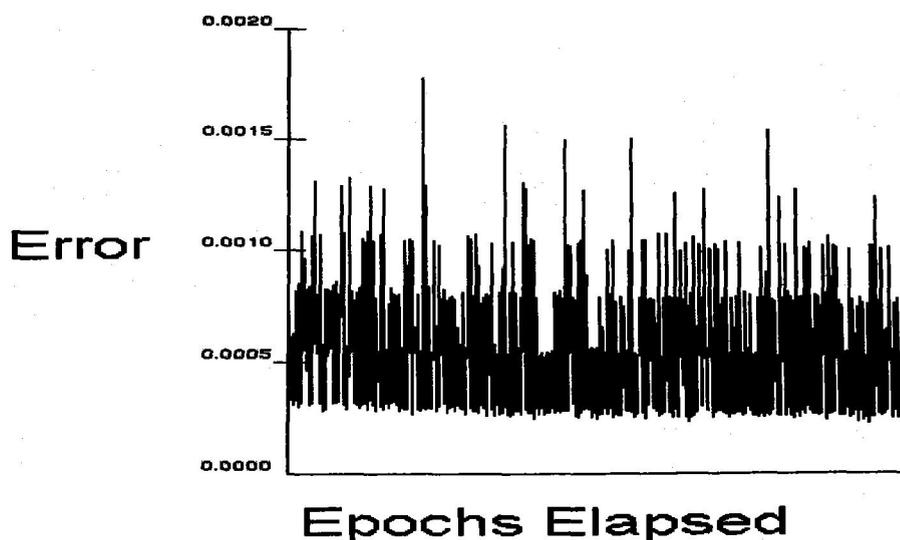
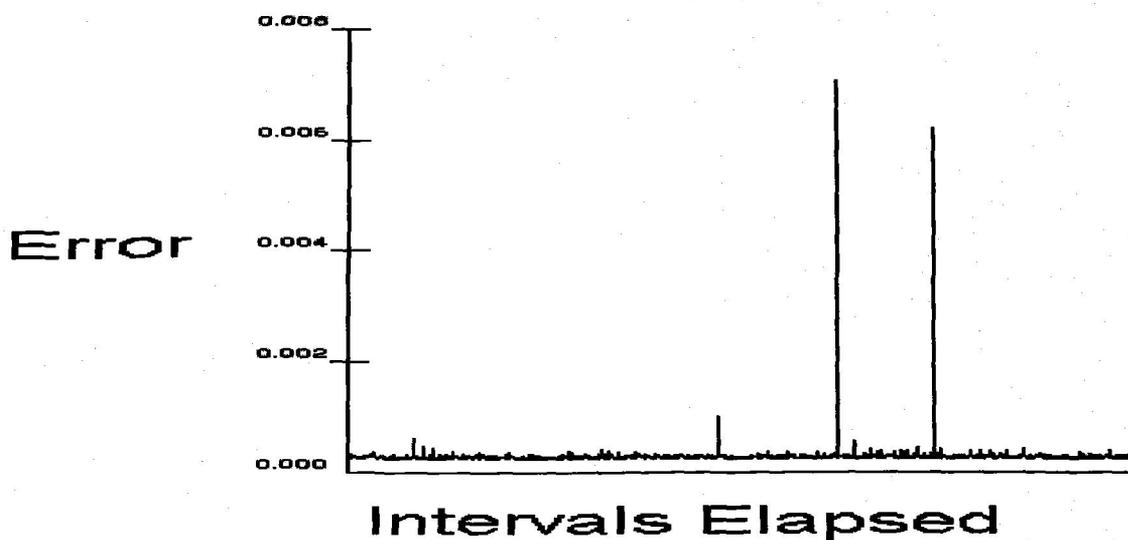
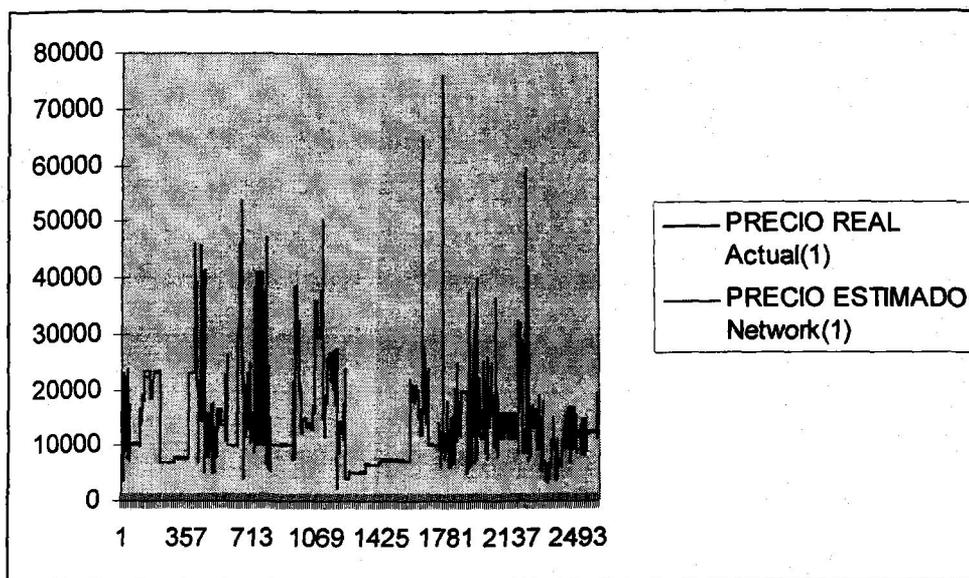
Gráfico 4.6 Errores en Fase de Entrenamiento

Grafico 4.7 Errores en Fase de Validación

En lo que se refiere a la fase de validación, indicar que los resultados obtenidos en dicha red mejoran a los obtenidos en el modelo de regresión. Se ha alcanzado un $R^2 = 0.9404$. El error cuadrático medio $ECM = 3823572.721$ en miles de pesetas y el porcentaje de error medio absoluto es de 8.78% sobre el precio real de mercado.

Se procede a representar un gráfico comparativo del precio de mercado con el estimado en la red.



4.5.- COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS

En la tabla siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos en ambos procesos de estimación con LOS 2.674 casos.

Tabla 4.5. Comparación de los resultados obtenidos.

	<i>METODOLOGÍA HEDÓNICA</i>	<i>RED NEURONAL ARTIFICIAL</i>
	0'813	0'9404

Como se observa, el proceso de estimación mediante el uso de redes neuronales se obtiene mejores resultados que la estimación mediante el modelo econométrico clásico.

Otra cuestión importante a destacar es que según la red, la variable que principalmente influye en la determinación del precio del bien vivienda es la superficie útil (medida en metros cuadrados), continuando, en la misma importancia, número de bloque, tipo de vivienda, planta número, mayoritariamente exterior, ascensor, acceso directo al garaje, antena parabólica, piscina, zonas ajardinadas, proximidad al centro, facilidad de acceso. En el modelo hedónico se le da la misma importancia.

Además, las redes neuronales facilitan la posibilidad de introducir como inputs las variables cualitativas, en mayor número que en modelos hedónicos, sin necesidad de generar índices lo que conlleva la pérdida de información, y la consiguiente dificultad en la interpretación de los resultados. Incluso se permite el desarrollo de la aplicación obviando supuestos de partida, a menudo demasiados exigentes, facilitando así dicho proceso. Así, cuando se estima un modelo de regresión multivariante se deben de asumir unas hipótesis teóricas de partida, que en la realidad no se producen, provocando que los resultados de las estimaciones no sean válidas. A modo de ejemplo indicar que se asumen supuestos de partida como son, la no existencia de multicolinealidad entre las variables predeterminadas, y según la naturaleza intrínseca de las mismas, es frecuente que éstas estén correladas; otro supuesto restrictivo es la hipótesis sobre la distribución de las perturbaciones aleatorias: si

$\varepsilon_i \in N(0, \sigma^2 I)$, que supone entre otras cosas que las perturbaciones aleatorias presenten homocedasticidad, lo cual es un problema cuando se trabaja con datos de corte transversal.

Añadir finalmente que los sistemas neuronales poseen flexibilidad para adaptarse a cambios que se presenten en el entorno, así, no necesitan ser reprogramados sino que solamente se procede a un reajuste en los pesos de los mismos. Poseen capacidad de extracción para extraer las características fundamentales dentro de un gran volumen de datos, procediendo a la filtración de la información que pudiera resultar redundante.

Por último, destacar que las redes en general, y la obtenida en particular, presentan un importante inconveniente. En virtud de su particular procesamiento, *modelos de caja negra*, es difícil validar los resultados en las capas intermedias, además, se carece de modelo donde podamos interpretar económicamente los coeficientes obtenidos. Con respecto a este último aspecto, se propone la ecuación obtenida a partir de la red y que determina el precio estimado utilizando la RNA generada. Además, se debe indicar que si bien, dichos coeficientes son claramente obtenidos en la ecuación hedónica, tampoco su interpretación resulta del todo correcta puesto que los componentes de la vivienda no aparecen de forma individual sino formando parte de un todo. Por tanto, no parece correcto hablar de precios implícitos del mismo.

Sobre este último inconveniente, aún sin menospreciarlo, indicar que es superado por los mejores resultados de las redes frente a los obtenidos utilizando el modelo hedónico tradicional.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

5.1.- CONCLUSIONES

Se procede a resaltar las principales conclusiones obtenidas en el presente estudio.

A lo largo de este trabajo se han estimado, a través de diferentes técnicas distintos modelos econométricos de los que se han obtenidos un gran número de resultados. Se presenta a continuación una síntesis de todo el trabajo desarrollado destacando aquellos resultados que, por su importancia, se consideran de mención especial.

En primer lugar, se debe destacar que, mediante al análisis descriptivo de la información obtenida a través de las encuestas, donde se analizaron dos mil seiscientas setenta y cuatro expedientes de viviendas de nueva construcción vendidas durante los años 1998 y 1999 se pone de manifiesto un cambio sustancial en la conducta de los agentes económicos, oferentes y demandantes de viviendas, consistente en lo que respecta a estos últimos en demandar viviendas de mayor tamaño en superficie con el consiguiente aumento en número de dormitorios y de cuartos de baño. Además las viviendas serán de mejores calidades, que se encuentran en muy buen estado tanto en pavimento, cocina y cuartos de baño. Se observa, en tan sólo cinco años de diferencia un claro cambio en los gustos de los compradores que demandan viviendas con mejores calidades tanto en lo referente al tamaño de la vivienda, como en la calidad de materiales de construcción y su estado actual.

En lo que a los métodos de estimación se refiere, se observa que mediante el proceso de estimación mediante el uso de redes neuronales se obtiene mejores resultados que la estimación mediante el modelo econométrico clásico. Además de la posibilidad de generalización de la red para muestras recogidas en diferentes estados de tiempo.

Otra cuestión importante a destacar es que según la red, la variable que principalmente influye en la determinación del precio del bien vivienda es la superficie útil (medida en metros cuadrados), continuando con una importancia menor, el número de bloques, tipo de vivienda, planta donde se ubica la vivienda, mayoritariamente exterior, acceso directo al garaje, antena parabólica, piscina, zonas ajardinadas,

proximidad al centro, facilidad de acceso. Frente a estos pesos, en el modelo hedónico se le da la misma importancia.

Además, las redes neuronales facilitan la posibilidad de introducir como inputs las variables cualitativas, en mayor número que en modelos hedónicos, sin necesidad de generar índices lo que conlleva la pérdida de información, y la consiguiente dificultad en la interpretación de los resultados. Incluso se permite el desarrollo de la aplicación obviando supuestos de partida, a menudo demasiados exigentes, facilitando así dicho proceso.

La situación actual del mercado de la vivienda, y de la evolución del precio de la vivienda, en particular, exige una profunda revisión, debido a las numerosas implicaciones que el estudio de dicho sector se producen en la evolución económica de una determinada Ciudad.

La Gerencia Territorial presenta en la realidad gran variabilidad en la determinación del valor catastral de la vivienda a efectos de IBI, al tomar como referencia un valor de mercado que ha sido fijado sin tener en cuenta la totalidad de características que conforman la misma y que resultan determinantes a la hora de atribuir un determinado valor a dicho inmueble.

Para explicar la heterogeneidad de dicho bien, numerosos analistas de mercado inmobiliario, consideran dicho bien en términos hedónicos. En dichos análisis la unidad de vivienda se considera como una cesta de atributos individuales, claramente diferenciados, cada uno de los cuales contribuye a la provisión de uno o más servicios de vivienda.

El enfoque hedónico, en general, pretende determinar el precio de un bien en función de sus características por medio de la estimación de la ecuación de precios implícitos. En esta línea, numerosos análisis del mercado inmobiliario consideran que, si el mercado está en equilibrio, y si el modelo está bien formulado, la regresión hedónica estima el valor de cada uno de los servicios de viviendas. Pero, la utilización de modelos hedónicos como herramientas de identificación de la situación de equilibrio entre oferentes y demandantes del mercado inmobiliario, presenta numerosas limitaciones entre las que pueden destacar, en primer lugar, la especificación de funciones lineales sin tener en cuenta que los atributos de ka

vivienda se dan conjuntamente y no de manera aditiva. Además, la potencial relación entre las características de la vivienda provoca la existencia de multicolinealidad en las variables del precio del inmueble. Dicha relación-normalmente de tipo aproximado-produce aumentos en los errores estimados debido a imprecisiones en la estimación. La interpretación de los precios hedónicos se ve afectada por las interrelaciones entre las variables que definen cada vivienda, dificultando por ende, la valoración de cada uno de sus atributos que la componen. En lo que al análisis de las perturbaciones aleatorias se refiere, el estimar con datos de corte trasversal conlleva la posible presencia de heterocedasticidad, con el consiguiente incumplimiento de las propiedades probabilísticas de los estimadores obtenidos.

El desarrollo de la Inteligencia Artificial permite la utilización de sistemas de redes neuronales como alternativa a los métodos econométricos de modelización tradicional. El desarrollo de estructuras del tipo *preceptron multicapa* permite mejorar la predicción del precio del bien vivienda obtenida a través de la tradición hedónica.

A partir de los resultados obtenidos en el análisis del mercado inmobiliario en la Ciudad de Melilla, se observa que, frente a la metodología tradicional hedónica, la utilización de modelos de redes neuronales artificiales como herramienta de determinación del precio de la vivienda, presenta importantes ventajas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

ALCAIDE, A.; FERNÁNDEZ DIAZ, A.; RODRÍGUEZ SAIZ, L. (1982): *Análisis económico del sector de la construcción*. Colegio Universitario de Estudios financieros. Consejo Superior Bancario. Madrid.

ALONSO, W (1964): "Income distribution and composition of consumer demand in the spanish economy". *European Economic Review*, 29: 1-13.

ALONSO, W. (1964): "Location and land use". *Harvard University Press*. Cambridge, 12-27.

ANAS, A. (1983): "Residential localitation markets and urban transportation economic theory, econometrics, and policy analysis with discrete choice models". *Academic Press, New York*.

ANDERSON, J. ET AL. (1977): "Distinctive features, categorical perception and probability learning: some applications on a neural model". *Psychological Review*, 84, 413 -451.

ANDERSON, T.W. (1984): *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*. John Wiley & Sons, 140-170.

ANLIN, P. RAMAZAN G. (1996): "Semiparametric estimation of hedonic price function". *Journal of applied econometrics*, 11(6), 633 -648.

ANTONGNETTI, P. Y VELJKO, M. C. (1996): *Neural networks: concepts, applications, and implementations*. Prentice Hall Advanced Reference Series, II.

ARÉVALO R. (1998): *Caracterización de la vivienda y de terminación de su valor corriente (1980-1990)*. Documento de Trabajo n. 9810. Instituto Complutense de Análisis Económico (ICAE), 65-89.

ARGUEA, N. M. Y HSIAO, C. (1993): "Econometric issues of estimating price functions", *Econometrica*, 56, 243-267.

ARNOTT, R.; DAVISON, R.; PINES, D. (1983): Housing quality, maintenance, and rehabilitation. *Review of economic studies*, 467-494.

ARNOTT, R. (1987): "Economics theory and housing". En *Regional and Urban Economics*. E.S. Mills North Holland., II, 959-988.

ARRIBAS, F. J. (1995): *Análisis de series econométricas mediante redes neuronales*. Proyecto fin de carrera. Universidad Politécnica Cataluña.

AZQUETA, D. (1994): *La Función de Precios Hedónicos en la Práctica. En valoración económica de la calidad ambiental*. Me Graw-Hill, 100-116.

BALL, M.J. (1973): "Recent empirical works on the determinants of relative houses prices. *Urban Studies*, 22, 329-337.

BARRO, M.; O' SULLIVAN, A.J. (1983): The Empirical Determination of Houses Prices, error correction mechanism and the correction of errors. *Urban Studies*, 140-159.

BARTIK, T.J. (1987): Measuring the benefits of amenity improvements in hedonic price Models. *Land economics*, 2, 172-183.

BATISTA, J.M.; MARTINEZ, M (1989): *análisis multivariante,- análisis en componente Principales*. Colección esade. Hispano europea.

BELSLEY, D.A.; KUTH, E.; WELSH, E. (1980): *regression diagnostics.- identifying influential Data and sources of collinearity*. Wiley, new-york.

BERNDT, E. R. (1991): the measurement of quality change: constructing an hedonic price index for computers using multiple regression methods. *The practice econometrics, classic and contemporary*. Addison wesley.

BISHOP, C.M. (1994): Neural networks and their applications. *Review science instrument* 65, 6, 1803-1832.

BLACK, J.; DE MEZA, D.; JEFFREYS, D. (1996): House prices, the supply of collateral and the enterprise economy. *The economic journal*, 106, (434), 60-75.

-
- BLANK, D.M.; WINNICK, L. (1953): The structure of the housing market. *Quarterly journal of economics*, 181-208.
- BLOMQUIST, G.; WORLEY, L. (1981): Hedonic prices, demands for urban housing amenities and benefit estimates. *Journal of urban economics*, 9, 212-221.
- BLOMQUIST, G.; BERGER, M.; HOEHN, J. (1988): New estimates of quality of life in urban areas *economy review*, 78, 80-107.
- Bóleat, m. (1973): housing prices and the housing market. *Housing review*, 15-36.
- Bonilla, ma; puertas, r. (1997): *análisis de las redes neuronales.- aplicación a problemas predicción y clasificación financiera*. Quaderns de treball 43. Departamento d' economia financiera y matemática. Universidad de valencia,
- Bover, O. (1992): Un modelo empírico de la evolución de los precios de la vivienda en *España*. *Documento de trabajo*. Banco de españa.
- Box, g. E.; cox, d. R. (1964): An analysis of transformations. *Journal of the royal Statistical society*, 26, 211-252.
- Brown, j.n.; rosen, h.s. (1982): On the estimation of structural hedonic price models. *Econometrica*, 50, 3, 765-795.
- Bueckmer, j.k. (1981): A dynamic model of housing production. *Journal of urban economics*, 10, 1-14.
- Calderó pujol, j. (1995): Desarrollo de una herramienta de análisis bursátil con redes neuronales. *Poyecto fin de carrera*.
- Cameron, s. (1992): Housing gentrification and urban regeneration policies. *Urban studies*, 29, (1), 114-169.
- Can, a. (1992): Specification and estimation of hedonic housing price models. *Regional science and urban economics*. North-holland, 453-478.

-
- Caridad, j. M.; braiftas p. (1 996):el mercado de la vivienda en córdoba: un enfoque cuantitativo. *Xxii reunión de estudios regionales*. Pamplona.
- Caridad, j.m. (1 998): *Modelos econométricos y series temporales*, l. Reverté.
- Caridad, j. M.; ceular, n. (1999): hedonic modelling and altemative neural networks techniques in the real state market. *Academy of sciences. International 30th anniversary session ofscientific*. Rusia (moscow).
- Caridad, J. M.; Ceular, N. (2000): Redes neuronales vs. Modelos hedónicos en problemas de valoración urbana. *Monográfico de Estudios Empresariales*
- Caridad, J. M.; Ceular, N. (2000): Neural networks vs. Hedonic models in the estimation of real state prices. A case study. *Urban Studies* (en evaluación).
- Caridad, J. M.; Ceular, N. (2000): Un análisis del mercado de la vivienda a través de Sistemas de Redes Neuronales. *Revista de Economía Aplicada* (en evaluación).
- Carliner, G. (1 973): Income Elastticity of Housing Demand. *Review of Economics and Statistics*, 55, 528-532.
- Castro Pérez, O. (1995): *La Calidad como Variable Estratégica y Factor de Costes. Aplicación de un modelo hedónico*. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo.
- Castro, N.; Montero, F. (1994): Informe sobre la vivienda en Espalfta: calidad y reclamaciones. *Hacienda Pública Española*, 128, 1, 95-118.
- Ceular, N.;et al (1997): Modelos de Valoración Urbana. *XII Reunión Anual ASEPELT España*.
- Ceular, N.; Caridad, J. M. (2000): Redes Neuronales en la estimación del precio de la vivienda en la ciudad de Córdoba. *Documento de Trabajo Dpto. Estadística, Econometría, I. O.. Organización de Empresas*.

Clark, C. (1986): *Crecimiento Demográfico y Utilización del Suelo*. Alianza Editorial, Madrid.

Clark, D.E.; Nieves, L.A. (1993): A interregional Hedonic Analysis of Noxious Facility Impacts on Local Wages and Property Values. *Journal Regional Science* 235-246.

Clark, D.E.; Cosgrove, J. (1990): Hedonic prices, identification, and the demand for public safety. *Journal Regional Science*, n. 30, 105-121

Cooke, T.W.; Hamilton, B.W. (1984): Evolution of Urban housing stocks: a model del applied to Baltimore and Houston. *Journal of Urban Economic*, 13,3,317-38

Cortes , L.; Paniagua, J.L.(1985): La vivienda como factor de exclusión social , 93-145.

Court, A.T. (1939): *Hedonic Price Indexes with Automotive Examples*, *Dinamics of Automovile Demand* General Motors Corporation, 99-117.

Cowling, K.; Cubbin, J. (1 972): Hedonic price indexes for United Kingdom cars. *Economic Journal*, 82, 963 -978.

Creedy J.; Martin V.L (1 997): *Nonlinear Economic Models*.

Cropper, M.L.; Deck L.B.; M.C. Connell, K.E (1986): On thechoice of Functional Form for Hedonic Price Functiones. *Review of Economics and Statistics*, 68, 668-75.

De Leeuw, F. (1971): The Demand for Housing: A Review of Cross-Section Evidence. *Review of Econom ics and Statistics*, 5 3, 1 -1 0.

De Terán , F (1982): *Planeamiento Urbano en la España Contemporánea (1900-1980)*. Alianza Editorial. Madrid.

Díaz, G. (1997): Comparación de redes neuronales para predicción de series temporales. *Universitat Jaume I*, 78

Diaz, M., et al (1996): Balance y perspectivas del Plan de Vivienda 1992-1995 Departamento de Economía Cuantitativa. Universidad de Oviedo.

- Díaz, M.; Costa, E.; Llorente, M. (1997): Análisis econométrico de la demanda de viviendas en España. El papel de la financiación externa. *Actualidad financiera*, 27-36.
- Díaz, M.; Costa, E.; Llorente, M.. (1998): La demanda de vivienda en España. Una aproximación empírica. *Dirección y Organización*, 19, 27-36.
- Dicks, M.J. (1990): A simple model of the housing market. *Discussion Paper*, 49, Bank of England, London.
- Dios Palomares, R. (1995): *Aplicaciones econométricas con micro-TSP*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Córdoba.
- Dulberger, E.R. (1989): The application of a Hedonic model to Quality-Adjusted Price Index for Computers Processors, 2, 35-755, in Jorgensdo, D.W. *Technology and Capital Formation*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Dulce Tello, R.M. (1995): Un modelo de elección de tenencia de vivienda para España. *Moneda y Crédito*, 201, 1271-50.
- Duncan. M. G. (1980): Formulation and Statistical analysis of the mixed, continuous/discrete dependent variable model in classical production theory. *Econometrica*, 48, 4.
- Egebo, T.; Lienert, I. (1988): *Modelling housing investment for seven major OECD Countries*. Working paper, 63, OECD Departement of Economic and Statistics.
- Egebo, T.; Richardson P. Lienert, I. (1990): Modèle de l'investissement résidentiel pour les grands pays de l'OCDE. *Revue Economique de l'OCDE*, 14, 165-207.
- Ehrenberg, R. G. (1996): The 1995 NRC ratings of doctoral programs: a hedonic model. *National Bureau of Economic Research*, 16. Cambridge, Mass.
- Elices Mestres, R. (1998): *Análisis económico de variables empresariales y sectoriales mediante redes neuronales autoorganizativas*. Aplicación a la economía española, 1991-1994.

-
- Ellickson, B. (1981): *An alternativa test of the hedonic theory of housing markets. Journal of Urban Economic*, 9, 56-79.
- Epple, D. (1987): Hedonic Prices and Implicit Market: Estimating Demand and Supply Functions for Differentiated Products. *Journal of Political Economic*, 95,(I), 59-80.
- Erickson, G.M.; Johansson, J.K. (1985): The Role of Price in Multi-Attribute Product evaluations. *Journal of Consumer Research*, 12, 195-199.
- Eurostat (1991) Estadísticas de presupuestos familiares.
- Evans, A.W. (1983): The determination of the price of land. *Urban Studies*, 20, 2,
- Fahlman, S. (1990): *An empirical study of learning speed in backpropagation networks. Tech. Rep. CMU-CS-88-162.*
- Fair, R. C. (1971): *A short-run forecasting models of the United States.* Heath Lexingtons Books
- Fair, R.C. (1972): Disequilibrium in housing models. *The Journal of Finance*, 27, (32), 207-221.
- Feilmayr, W. (1997) Estimation and Simulation of Real Estate Price: The Case of Vienna. *Urban Research. Vienna University of Technology, Austria.*
- Ferrer Colomo, M A. (1996): *Desarrollo de una herramienta de análisis económico basada en redes neuronales.* Proyecto fin de carrera. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Fleming, M.C.; Nellis, J.G. (1985): Research policy and review 2. House price statistics for the U.K.: a survey and critical review of recent developments. *Environment and Planning A*, 13, 1109-1124.
- Follain, J.R.; Jimenez, E. (1985 a): Estimating the Demand for Housing Characteristics: A Survey and Critique. *Regional Science and Urban Economics*, 15, 77-107
- Follain, J.R.; Jimenez, E. (1985 b): The demand for Housing Characteristics in Developing Countries. *Urban Studies*, 22 (5), 421-432.

Follain, J.R. (1989): A study of the demand for Housing by Low versus High Income Household. *Journal Finance Quartely*, 14, 769- 782.

Forrest, R.; Murie, A. (1 994): Home ownership in recession. *Housing Studies*, 9, 5 5 -74.

Freeman, A. M (1971): *The Benefits of Environmental Improvement.- Theory and Practice. Resources for the future*. Jonhs Hopkins University Press, Baltimore.

Freeman, A. M (1974): On Estimating Air Pollution Control Benefits from Land Values Studies. *Journal of environmental Economics and Management*, 5, 81-102.

Freeman, A. M (1979): The hedonic approach to measuring demand for neighborhood Characteristics, *The Economics of Neighborhoods*. Academic Press.

Freeman, J.; Skapura, D.M. (1 993): *Redes neuronales algoritmos, aplicaciones y técnicas de programación*. Ed. Wilmington Addison-Wesley Diaz de Santos, 26-241.

Fromm, G. (1963): Econometric models of the residential construction sector: a comparison *National housing models* , 125-5 5

Fujita, M. (1989): *Urban economic theory. Land use and city size*. Cambridge University Press.

Generalitat de Catalunya (1994): *Preferéncies dels compradors d'habitatges a Catalunya*.

Goldstein, G. S.; Moses, L. N. (1973): A Survey of Urban Economics. *Journal of Economic Literature*, 11,54-96.

Gómez, C. M. (1 994): On hedonic prices and urban economics: a note. *Revista Española de Economía*, 191-206.

Goodamn, A C.; Kawai, M. (1984): Functional form and rental housing market analisis, *Urban Studies*, 21, 367-376.

Graves, P.; Murdoch, J.C.; Thayer, M.A.; Waldman, D. (1988): The Robustness of Hedonic Price Estimation: Urban Air Quality. *Land Economics*, 64, (3), 220-223.

Greene, W.H. (1993): *The econometric approach to Efficiency Analysis*. H.O. Fried, CAK Lovell y S. S. Schmidt (editor) *The Measurement of Productive Efficiency*, Oxford, University Press, New York, 68-119.

Griliches, Z. (1971): *Introduction.- Hedonic Price Indexes Revisited. In Price Indexes and Quality Changes.- Studies in New Methods of Measurement*. Cambridge. Harvard University Press, 3-15.

Gujarati, D.N. (1992): *Econometría*. Ed. McGraw-Hill

Hair, J (1995): *Multivariate Data analysis.- with readings*. Prentice Hall.(4TH)

Hanushek, EA.; Quigley, J.M. (1980): What is the Price Elasticity of Housing Demand?. *The Review of Economics and Statistics*, 62, 449-454.

Harrison, D.; Kain, J.F. (1969): Cumulative urban growth and urban density functions. *Journal of Urban economics*, 4 (1), 113-117.

Harrison, D.; Rubinfeld, D.L. (1978): Hedonic Housing Prices and the Demand for Clean Air. *Journal of Environmental Economics and Management*, 5, 81-102.

Haykin, S. (1999): *Neural networks: A comprehensive foundation*. Prentice-Hall.

Hebb, D. (1949): *The organization of behavior*. ED. John Wiley & Sons.

Hecht-Nielsen, R. (1988): Counterpropagation networks. *IEEE First International Conference on Neural Networks*, 11, 19-32

Helly, W. (1975): *Urban System Models*. Academic Press, Londres.

Helpman, E.; Pines, D. (1977): Land and Zoning in Urban Economy: Further results, *American Economic Review*, 67, 982-986.

Henderson, J.V. (1985): *Economic theory and the cities*, Academic Press, Orlando.

Henderson, J.V.; Loannides, Y. M. (1983): A model of Housing Tenure Choice. *American Economic Review* 73, 98-113.

Henderson, J.V.; Loannides, Y.M. (1986): Tenure Choice and the Demand for Housing. *Journal of Urban Economics*, 14, 16-32.

Hendry, D.F.; Wallis, K.F. (1981): *Econometric Modelling and Quantitative Economics*. Oxford, Basil Blackwell, 211-252.

Hilera, J.R.; Martínez, V.J. (1995): *Redes neuronales artificiales.- Fundamentos, modelos y aplicaciones*. Ra-ma., 26-175.

Hochman, O.; Pines, D. (1982): Cost of Adjustment and the spatial pattern of a growing open city. *Econometrica*, 50, (6), 1371-1391.

Hoehn, J.P. (1987): A hedonic model of interregional wages, rents, and amenity values. *Journal of Regional Science*, 27, (4), 605-620.

Horioka, C. (1988): Tenure Choice and Housing Demand in Japan. *Journal of Urban Economics*, 24, 289-309.

Houthakker, H.S. (1952): Compensated Changes in Quantities and Qualities Consumed. *Economy Studies Review*, 19, (3), 155-164.

Intriligator, M.D. (1973): *Mathematical Optimization and Economic Theory*. Prentice Hall, International. Madrid.

Jaén, M.; Molina, A. (1994): Un análisis empírico de la tenencia y demanda de vivienda en Andalucía. *Investigaciones Económicas*, XVIII, 143-165.

Jaén, M.; Molina, A. (1995): *Modelos econométricos de tenencia y demanda de vivienda*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Almería.

-
- Jaffee, D. M.; Rosen, K.T. (1979): Mortgage credit availability and residential construction. *Brookings Papers of Economics Activity*, 2, 333-376.
- Johson, R.; Wicharn, D. (1988): *Applied Multivariate Statical Analysis*. Prentice-Hali.
- Judge, G., et al (1985): *The theory and practice of econometrics*, 2' ed. John Wiley & Sons.
- Kain, J. F.; Quigley, J. M. (1975): Housing Markets and Racial Discrimination: A Microeconomic Analysis. *National Bureau of economic Research*, New York.
- Kanemoto, Y. (1985): Housing as an Asset and the Effects of Property Taxation on the Residential Development Process. *Journal of Urban Economic*, 17, 145-166.
- Kanemoto, Y.; Nakamura, R. (1986): A New Approach to the Estimation of structural Equations in Hedonic Models. *Journal of Urban Economic*, 19, 218-233.
- Kanemoto, Y. (1988): Hedonic Prices and the Benefits of Public Project. *Econometrica*, 56,(4) 4, 981-989.
- King, A. T. (1976): The Demand for Housing: A Lancastrian Approach. *Southern Economic Journal*, 43, 1077-1087.
- King, M.A. (1980): An Econometric Model of Tenure Choice and The Demand for Housing as a Joint Decision. *Journal of Public Economic*, 14, 137-159.
- Kohonen, T (1 988): An introduction to Neural Computing. *Neural Networks*, 1, 3-16.
- Lambert, X.D. (1970): Product Perception: An Importantt Variable in Price Strategy. *Journal of Marketing*, 34, (4), 98-7 l.
- Lancaster, K. J. (1966): A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74, 132-157.

-
- Lazaro M.L. (1990): *Precio del Suelo y utilización del espacio en la ciudad de Málaga*. Tesis. Universidad Complutense de Madrid.
- Linneman, P (1980): Some empirical results on the nature of the hedonic price function for the urban housing market. *Urban economic*, 8, 47-68.
- Lipsev, R.; Rosenbluth, G. (1971): A Contribution to the New Demand Theory: A Rehabilitation of the Giffen Good. *Canadian Journal Economic*, 4. 131-163.
- Llorente, M.; Diaz, M.; Costa, E. (1994): Un modelo intertemporal de vivienda. *Estudios de Economía Aplicada*, 2, 119-126.
- López Andi3n, M.C. (1998 a): *Análisis del mercado de la vivienda.- un estudio econométrico de las regiones españolas*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Servicio de Publicaciones.
- López Andi3n, M.C. (1998 b): *Modelos econométricos del mercado de la vivienda*. Documentos de trabajo, 15, Universidad de Santiago de Compostela.
- López García, M. A. (1 992): Algunos Aspectos de la Economía y la Política de la Vivienda. *Investigaciones Económicas*, (segunda época), XVI, (1), 3-45.
- López García, M. A. (1996): Precios e incentivos fiscales a la vivienda en propiedad en España *Revista de Economía Aplicada*, 12, IV, 37-74.
- Lowry, I. (1960): Filtering and Housing Standars: A conceptual Analysis. *Land Economics*, 36, 62 -370.
- Lucas,R.(1975): Hedonicpricesfunctions.*EconomicsInquiry*, 13, 157-78.
- Maisel , S.; Burham J.; Austin, J. (1971): The Demand for Housing: A Comment. *Review Economic Statics*, 53, 410-415.
- Malpass, P.; Murie, A (1 990): *Housing Policy and Practice*. Routledge, London.

Marco Herrero, J.V. (1995): *Compra versus alquiler de la vivienda habitual. Cuadernos aragoneses de economía, 5,2.*

Maren, A.J.; Harstson, C. T.; Pap, R.M. (1990): *Handbook of Neural Computing Applications.* Academic Press.

Martín del Brío, A.; Sanz de Molina, A. (1 997): *Redes Neuronales y Sistemas Borrosos. RaMa.*

Martín del Brío, B.; Serrano, C. (1993): *Self-organizing Neural Networks for the Analysis and Representation of Data: Some Financial Cases. Neural Computing and Applications. Springer-VerLAG, 1, 193-206.*

Martínez de Lejarza y Esparducer, I. (1996): *Redes neuronales auto-organizadas y clustering.- Una aplicación a la agrupación Económica-Funcional de las Entidades de Población. Universidad de Valencia. Documento de trabajo, 27*

Master, T. (1 995): *Advanced Algorithms for Neural Networks.* John Wiley & Sons, New York.

Mayo, S.K. (1981): *Theory and Estimation in the Economic of Housing Demand. Journal of Urban Economics, 120, 95-116.*

Me Clelland y Rumelhart, D.(1985): *Explorations in Parallel Distributed Processing, 1 y 2.* MIT Press, Cambridge.

Me Culloch, W.S.; Pitts, W.(1943): *A logical claculus of the ideas immanent in nervous activity. Bulletin ofmathematical Boiphycis, 5, 115-133.*

Me Donald. J. (1985): *Espectation and Urban Housing and Practice.* Routledge, London.

Meen, G. (1990): *The removal of mottage market constraints aand the implications for econometrics modelling of UK house Price. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 1, 5, 1-23.*

-
- Meese, R.; Wallace, N. (1991): Non parametric Estimation of Dinamic Hedonic Price Model and tthe Construcccion of Residential Housing Price Indices. *Journal of the American Real Estate and UrbanEconomics Association*, 19, 3, 308-332.
- Ministerio de Obas Públicas Trasportes y Medio Ambiente (1 995 a): *Boletín Estadístico Del Ministerio de Obras Públicas*, 2.
- Ministerio de Obas Públicas Trasportes y Medio Ambiente.(1995 b): *Precio medio del m2 de las viviendas (19877-1994)*
- Minsky, M y Papert (1969): *Perceptrons*. MIT Press.
- Monreal J. (1996): *Población y vivienda en la Murcia del Siglo XX*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.
- Murray P. (1978): Hedonic Prices and Composite commodiities. *Journal of Urban Economics*, 5, 18-19
- Murtagh, F. (1990): *Neural Networks for Statistical and Economic Data*. (Proc. Of the Workshop, Dublinn, Dec.) Munotec Systems.
- Muth, R. F. (1 969): *Cities and Housing*. Chicago. University Press, Chicago.
- Muth , R.F. (1988): Housing market dynamics. *Regional Science and Urban Economics*, 1,18.
- Muth, R.F.; Goodman, A.C. (1989): The economics of housing markets. *HarwoodAcademic Publishers*.
- Nellis, S.G; Longbotton, J.A. (1981): An empirical Analysis of the Determination of Housing Prices in U.K. *Urban Studies*, 18.
- Nelson, J (1978): Residential choice, hedonic prices, and the demand for air quality. *Journal Urban Economy*, 5, 357-369.
- Nelson, J (1979): Airport noice, location rent and the market for residential amenities. *Journal of Urban Economy. Management*, 6, 320-33 l.

Nerlove, M. (1995): *Hedonic price function and the measurement of preferences.- the case of Swedish wine consumers*, 1697-1716.

Nicholson, J.L. (1967): The Measurement of Quality Changes. *The Economic Journal*, LXXVII,512-530.

Olmeda, I.; Barba-Romero S. (1993): *Redes Neuronales Artificiales.- Fundamentos y aplicaciones. Ra-Ma*.

Olsen, E. O. (1979): A Competitive theory of the housing market, *American Economic Review*, 612 - 622.

Olsen, R.J. (1980): A least squares correction for selectivity bias. *Econometrica*, 48, 1815-1820.

Palmquist, R.B. (1984): Estimating Demand for the Characteristic of Housing. *Review of Economics and Statistics*, 66, 394-404.

Palmquist, R.B. (1988): Welfare measurement for environmental improvements using the hedonic model. *Journal of environmental economics and management*, 15, 297-312.

Parejo Alfonso, L. (1986): *Derecho urbanístico. Instituciones Básicas*. Ediciones Ciudad de Argentina. Mendoza.

Parker, D.; Zilbennan, D. (1993): Hedonic Estimation of Quality Factors Affecting the FarmRetail Margin. *American Journal Agricultural Economic*, 75, 458-466.

Pedro Bueno, A. (1998): *El sector de la vivienda en España en los años noventa*. Boletín económico del ICE, 2564, 1933.

Perez J.M. (1993): *Un marco racional para la producción de viviendas*. Jornadas en Madrid. Racionalidad y producción en la vivienda social. Instituto de la vivienda de la Comunidad de Madrid

Polinsky, A. M.; D. Rubinfeld (1976): Amenities and Property Values in a Model of an Urban Area. *Journal of Public Economics*, 5, 119-129.

Polinsky, A. M. (1977): The Demand for Housing: A Study in Specification and Grouping. *Econometrica*, 45, 2.

Poterba, J. (1984): Tax subsidios to owner-occupied housing: an assetmarket approach. *The Quaterly Journal of Economics*, 4, 99, 729-752.

Quigley, J.M. , (1982): Nonlinear budget constraints and consumer demand: An application to public programs for residential housing. *Urban economics*, 12, 177-201.

Richardson , H.W. (1973): *Economía Regional. Teoría de la localización, estructuras urbanas y crecimiento regional*. Ed. Vicens Vives.

Richardson, H.W. (1975): *Economía del urbanismo*. Alianza Editorial

Richardson, H.W.(1978): *Urban economics, Hindsale*. Dryden Press

Richardson, H. W. (1986): *Economía Regional y Urbana*. Alianza Editorial

Ridker, R.; Henning, A (1967): The determinants hopusing prices and the demand for clean air. *Journal Environmental*. Environmental Economy Managment, 5, 81-102.

Rodríguez, J. (1 978): *Una estimación de la función de inversión en viviendas en España*. Banco de Espaiña, Estudios económicos, 1 3.

Rodríguez, J. (1995): Vivienda y Mercado inmobiliario. El protagonismo acrecentado de la política de vivienda. *Industria y Energía*, 7, 42.

Rodríguez, J. (1 997): La coyuntura inmobiliaria en los primeros meses de 1997. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, XXIX (1 1 I), 167-179

Rosen, H. (1979): Housing decisions and the U.S. Income Tax an econometric analysis. *Journal of Public Economics*, II, 34-55

Rosen, S. (1974): Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiaton in Pure competition. *Journal ofpolical Economy*, 82, 34-55.

-
- Rosen, S. (1979): Wage-based indexes of urban quality of life, in *Current Issues. Urban Economics*, Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, MD.
- Rosen S. (1985): Housing Subsidies: Effects on housing decisions, efficiency and equity. *Handbook of Public Economics*, 1, 375-420.
- Rosenblatt, F. (1958): The Perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review*, 65, 304-408.
- Rosenblatt, R. (1959): *Principles of neurodynamics*. Spartan Books, New York.
- Rothemberg, J. (1967): *Economic Evaluation of Urban Renewal*. Baltimore: Brookings Institution.
- Rothemberg, J., et al (1991): *The Maze of Urban Housing Markets,- Theory, Evidence and Policy*, Chicago London.
- Rowley, G. (1992): *Urban Spatial Growth and Metropolitan areas.- a consideration of the dynamic*. Department of Town and Regional Planning, University of Sheffield, U.K.
- Rumelhart D.E.; Hinton, G.E.; McClelland J.L. (1986): *Learning representations by backpropagation*. *Nature*, 323, 533-536.
- Salmerón, F., et al. (1999): *Una ampliación del análisis Cluster.- Valoración de inmuebles Promoción Balcón del mar*. Sociedad de Estadística e Investigación Operativa.(SEIO), 15, (2), 2-6
- Santillana del Barrio, A. (1972): *Análisis económico del problema de la vivienda*. Biblioteca de Ciencias Económicas. Ariel
- Sarle, W. S. (1994): Neural networks and Statistical Models. *Proceeding of the 19th annual*
- SAS. Users Group International Conference, Cary, NC (SAS Institute), 1538-1550.

-
- Saura P. (1995): *Demanda de características de la vivienda en Murcia*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Murcia. 153-157.
- Schafer, R.; et al. (1975): *Spatial Variations in the Operating Cost of Rental Housing. Discussion Paper*, Department of City and Regional Planning, Harvard University, D75-4.
- Scotchmer, S. (1985): *Hedonic Prices and Cost/Benefit Analysis. Journal of Economic Theor*, 37, 5-75.
- Shapiro, B.P. (1968): *The Psychology of Pricing. Harvard Business Review*, 46, 14-25.
- Sica P. (1981): *Historia del urbanismo*. 5,6,7. ILEAL. Madrid
- Simpson, B. J. (1985): *Quantitative methods for planning and urban studies. Journal of Urban Studies*.
- Smith B.; Rosen K.T.; Fallis, G. (1988): *Recent Developments in Economic Models of Housing Markets. Journal of Economic Literature*, 26, 29-64
- Solow, R (1972): *Congestion, density and the use of land in transportation. Journal of Economics*, 74, 161-173.
- Specht, D.F. (1991): *A general regression neural network. IEEE Transactions on Neural Networks*, 2, 6, 568-576.
- Sumka, J. (1977): *Measuring the Quality of Housing: An econometric Analysis of Tax Appraisal Records, Land Economic Research*, 53, 298-309.
- Sweeney, J. L. (1971): *A Dynamic Theory of the Housing Market*. Ph.D. dissertation, Stanford University .
- Sweeney, J. L. (1974): *Quality, Commodity Hierarchies, and Housing Markets. Econometrica*, 42, (1), 147-167.

-
- Thomas, J.M. (1993) The implicit market for Quality: An hedonic Analysis. *Southern Economic Journal*, 59,(4), 648-674.
- Tiebout, C. (1956): A pure theory of local expenditures, *Journal of Political Economy*, 64, 416-535.
- Triplett, J.E. (1986): The Economic Interpretation of Hedonic Methods. *Survey of Current Business*, 66, 1, 36-40.
- Tumbull, G. K. (1990): The pure theory of Household, Location: An Axiomatic Approach. *Journal of Regional Science*, 30, (4), 549-562.
- Uranga, A. (1 996): El mercado inmobiliario en España. Una panorámica sobre su evolución reciente. *Boletín Económico del ICE*, 2491, 41-49 l.
- Villagarcia, T.; Mufioz, A. (1997): Imputacion de datos censurados mediante redes neuronales: una aplicacion a la EPA. *Cuadernos Económicos de ICE*, 63, 193-204.
- Warcher, C. A. (1973): Measuring the Determinants of Relative Houses Prices. *Environment andplanning*, 5,357-367
- Wasserman, P (1 989): Neural Computing: theory an practice. *Neurocomputing*.
- Waught, F.V. (1929): *Quality as a Determinant of Vegetable Prices*. Columbia University Press.
- Wheaton, W.C. (1982): Urban Spatial Development with durable but replaceable capital *Journal of Urban Economics*, 12, 63-67.
- White, H (1980): A heteroskedasticity-consistent aovariance matrix estimator and a direct test for heterokedaticity. *Econometrica*, 48, (4), 817-827.
- White, H (1 989): *Neural network learning and statistics*. *AI Expert*, 48-50.
- Widrow, B.; Lehr, M.A. (1990): 30 Years of Adaptative Neural Networks: Perceptron, MadalineandBackpropagation,IEEE, 78, 1415-1442.

Wilkinson, R.K. (1973): Measuring the Determinants of Relative houses prices. *Environment AndPlanning*, 5,357-367

Wilkinson, R.K. (1974 a): The quality of Housing and the measurement of long term changes in Houses Prices. *Urban Studies*,11.

Wilkinson, R.K. (1974 b): The Detenninants of Relative house price: a case of academic astigmatism. *Urban Studies*, 11.

Witte A. D.; Sumka, H. J.; Erekson, H. (1979): An estimate of a structural Hedonic Prices Model of the Housing Market: An Application of Rosen's Theory of implicits markets. *Econometrica*. 47, (5), 1151-1173.