

Determinación de la demanda de características de vivienda. Una aplicación para los principales municipios asturianos

Celia Bilbao Terol

(Universidad de Oviedo)

Teléfono: 985103722

Dirección: Av. Del Cristo s/n. Facultad de Económicas. (33006) Oviedo

Resumen: Este trabajo tiene como objetivo estimar 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 las principales poblaciones de la zona central del Principado de Asturias, Oviedo, Gijón, Avilés, Mieres y Langreo y los datos corresponden al año 1996.

Palabras clave: vivienda, heterogeneidad, precios hedónicos, sistemas de demanda.

Abstract: The main purpose this paper is the estimation of the demand housing function, considering the good heterogeneous. In order to achieve the goal, the hedonic prices method by Rosen (1974) have been used. Rosen (1974) proposes an estimation model in two stages. In the first stage the function that relates the heterogeneous good's

price with its characteristics is estimated. Afterwards, an implicit marginal prices' group by derivation for each characteristic is computed. At the second stage the demand equations for every characteristic are estimated by using the estimations of the marginal prices calculated at the previous stage. The place taken for the analysis fits in with the main towns -as regards population- within the central area in the Principality of Asturias, that is, Oviedo, Gijón, Avilés, Mieres and Langreo in the year 1996.

Key words: housing, heterogeneous, hedonic prices, demand systems.

Clasificación JEL: R21

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que se presenta en cualquier análisis del mercado de la vivienda, es el derivado de la heterogeneidad del bien. Esta característica, de manera que ninguna vivienda es exactamente igual a otra, produce dificultades en definir la cantidad demandada y en el establecimiento del precio de las transacciones.

Una primera aproximación para resolver el problema es considerar a la vivienda como una mercancía homogénea. Es decir, en el mercado se demanda una mercancía no observable 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 [Muth (1960), Olsen (1969)]. Luego se supone 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 [Witte, Sumka y Erekson (1979)] .

Otros estudios tienen en cuenta, de una manera directa, 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 [Lancaster (1966)], 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 hedónicos [Rosen (1974)]. El método de precios hedónicos estudia cómo el conjunto de características homogéneas que posee un bien diferenciado o heterogéneo se reflejan en su precio de mercado. La aplicación de este enfoque a la vivienda surge para resolver un problema que constantemente se presenta en el análisis de la economía de la vivienda: el tratamiento de su heterogeneidad, disociando el precio de las cantidades. La técnica hedónica permite estimar tanto los precios implícitos de las características que contiene un bien heterogéneo, como la demanda de éstas. El método consta de dos etapas: en la primera se estima la ecuación que relaciona el precio de las unidades del bien heterogéneo 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. Para llevar a cabo la estimación de la segunda etapa se emplea un sistema de demanda de tipo AIDM¹ (Almost Ideal Demand Model) desarrollado por Deaton y Muellbauer (1980).

Este trabajo tiene como objetivo la estimación de la 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 ámbito espacial del estudio coincide con las principales poblaciones de la zona central del Principado de Asturias, Oviedo, Gijón, Avilés, Mieres y Langreo y los datos corresponden al año 1996.

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.

El trabajo se estructura de la siguiente forma: en la primera parte se presenta el modelo teórico (modelo para bienes heterogéneos de Rosen) y se establece el sistema de demanda que más tarde se estima en el trabajo. En la segunda parte, se presentan los resultados de las estimaciones. En la tercera parte se señalan algunas implicaciones que los resultados obtenidos pueden tener en el diseño de las políticas de vivienda. Por último, se establecen las principales conclusiones del estudio.

1. MODELO DE DEMANDA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE VIVIENDA

1.1. El modelo de Rosen (1974)

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 características² que se ha aplicado frecuentemente al mercado de vivienda [Palmquist (1984), Parsons (1986), Quigley (1982), Witte, Sumka y Erekson (1979), Ohsfeldt y Smith (1990)]. En este

epígrafe se revisa la teoría de los precios hedónicos en el contexto del mercado de vivienda. Por otra parte, puesto que el 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, \mathbf{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, $\mathbf{p}(\mathbf{z})$, es una función asociada con ese vector de características: $\mathbf{p}(\mathbf{z}) = p(z_1, z_2, \dots, z_n)$ 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 dado³. En general, $\mathbf{p}(\mathbf{z})$ 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 etapa 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, $p_i(\mathbf{z})$:

$$\mathbf{p}(\mathbf{z}) = p(z_1, z_2, \dots, z_n) \quad [1]$$

$$\frac{\partial \mathbf{p}(\mathbf{z})}{\partial z_i} = p_i(\mathbf{z}) \quad [2]$$

- 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”.

$$z_i = D(p_1(z_1), p_2(z_2), \dots, p_n(z_n), y, \alpha) \quad i=1..n \quad [3]$$

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 [Meldenson (1984), Epple (1987), Bartik (1987)].

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 la 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 [Brown y Rosen (1982), McConnell y Phipps (1987)].

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 parámetros de demanda son idénticos en todos los mercados, mientras que los precios en cada mercado no.

1.2. 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 AIDM [Deaton y Muellbauer (1980)]. 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_i , 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:

$$\begin{aligned} \text{- Agregación} \quad & \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} = 0 \quad \sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = 0 \quad \sum_{i=1}^n \beta_{ij} = 0 \\ \text{- Homogeneidad} \quad & \sum_j \gamma_{ij} = 0 \\ \text{- Simetría} \quad & \gamma_{ij} = \gamma_{ji} \end{aligned} \quad [6]$$

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.

2. LA ESTIMACION. PRESENTACION DE RESULTADOS

2.1. Supuestos

A continuación se enumeran las hipótesis que se toman para realizar la estimación. En esencia se toman los supuestos de Palmquist (1984) y Parsons (1986) que son los siguientes:

1. Los parámetros de la función de precios hedónicos son iguales dentro de cada ciudad y distintos en cada una de ellas. Es decir, los mercados de vivienda están segmentados por ciudad de manera que variaciones en precios se deben a distintas condiciones de oferta o a distintas distribuciones de las preferencias a lo largo de los mercados; por tanto las variaciones en precios son exógenas a los consumidores.

2. Los agentes del mercado no pueden influir en el precio del bien sino que lo toman como dado, ya que el método hedónico trata sobre comportamientos individuales y no sobre ofertas o demandas globales.

3. Los parámetros de las funciones de demanda son idénticos en todas las poblaciones mientras que los precios no. Se estima una función de precios hedónicos en cada población y una sola demanda para toda la zona de estudio.

4. Las preferencias de las familias son débilmente separables en características de vivienda y otros bienes.

5. La función de precios hedónicos es lineal, de tal forma que la restricción presupuestaria que hace frente la familia también lo es. Las razones que llevan a esta

elección son las siguientes: i) La linealización de la restricción presupuestaria implica que las funciones de gasto y de utilidad indirecta están bien definidas. ii) Se evitan los problemas de identificación y simultaneidad señalados en el primer apartado del trabajo; la linealidad de la ecuación hedónica implica que todas las variaciones de precios observadas es a través de los mercados. Consecuentemente no hay variaciones de los precios dentro del mercado que estén correlacionadas con el término de error. iii) La linealidad proporciona una fácil interpretación en el AIDM.

Además como señala Parson (1986), si bien la introducción en la ecuación hedónica de formas funcionales más complejas mejora la precisión de la medición de variaciones de precio dentro del mercado, esto tiene poco interés cuando se trata de estimar las funciones de demanda de las características, ya que en este caso lo que se requiere es la variación de precios a través de mercados y no dentro de los mercados.

En principio, este supuesto crea problemas: si la ecuación hedónica es lineal los precios marginales de las características son constantes, no hay variación de precios de las características y las funciones de demanda no se pueden estimar. La solución reside en suponer que el mercado está segmentado por ciudad y/o periodo de tiempo y que las familias con preferencias similares pueden ser observadas en mercados diferentes [Brown y Rosen (1982), Palmquist (1984), Diamond y Smith (1985), Ohsfeld y Smith (1990), Parsons (1986)]. Bajo estos supuestos se calculan tantas ecuaciones hedónicas como ciudades o periodos de tiempo se posean, consiguiendo la variación necesaria en los precios de las características para la estimación de las ecuaciones de demanda.

2.2. Primera etapa: estimación de las ecuaciones de precios hedónicos

En la primera etapa se realiza la estimación de la función que relaciona los precios de las viviendas junto con sus características. Por tanto, se necesitan datos de precios de viviendas y de las características que contienen cada una de ellas. Se utilizan dos fuentes de datos:

- Datos proporcionados por las agencias y promotoras inmobiliarias. A estas entidades se les pide información de precios sobre transacciones reales de viviendas libres vendidas durante el año 1996 junto con sus características. Las características de la vivienda incluidas son: metros cuadrados útiles, número de baños, si tiene calefacción, altura, si tiene garaje, si es nueva o usada y calle donde se sitúa la vivienda.

- Datos de la Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias. Los datos se refieren a condiciones ambientales de diferentes zonas de las poblaciones de estudio, en concreto la información que se tiene en cuenta para llevar a cabo la estimación se refiere a la cantidad de dióxido de azufre (SO_2) de la zona donde se sitúa la vivienda⁴.

La muestra contiene 364 datos de viviendas vendidas en el año 1996 en los principales núcleos urbanos de la zona central del Principado de Asturias, distribuidos de la siguiente manera: 80 en Oviedo, 98 en Gijón, 68 en Avilés, 54 en Mieres y 64 en Langreo⁵.

Una vez realizada la recogida de datos, el segundo paso es definir 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 (μ), que mide la cantidad de vivienda.

- Número de baños (bas) (variable binaria, toma el valor cero cuando la vivienda tiene un baño y 1 cuando tiene dos o más), calefacción (cal) (variable binaria: 1 si tiene calefacción, 0 en otro caso), altura (alt) (variables ordinal), garaje (gar) (variable binaria: 1 si tiene garaje, 0 en otro caso), edad ($edad$) (variable binaria: 1 si la vivienda es nueva, 0 si es usada), todo este grupo de características están relacionadas con la calidad de la vivienda.

- Distancia al centro de la ciudad de la vivienda considerada en metros, medida en línea recta ($dist$), es una característica de localización de la vivienda. Se realiza un cambio de variable para evitar obtener precios negativos. Para ello se suma a la distancia con signo negativo de cada vivienda al centro de la ciudad, la distancia de la vivienda más alejada del centro en la población. Es decir, dada una vivienda i siendo d_i la distancia que separa a la vivienda i del centro de la población y d_{max} la distancia de la vivienda más alejada del centro de la población en la muestra, la nueva variable d^* se define como: $d^* = -d_i + d_{max}$. El coeficiente obtenido en la estimación es el mismo, aunque con signo negativo, si se toma la distancia al centro sin realizar ningún cambio de variable.

- Cantidad de SO_2 en la zona (SO_2) (barrio donde se sitúa la vivienda), se introduce para tener en cuenta los efectos del entorno ambiental en el precio de la

vivienda. Como en el caso de la distancia se realiza un cambio de variable. Es decir, dada una vivienda i y siendo SO_{2i} la cantidad de SO_2 existente en la zona donde se sitúa la vivienda i , y SO_{2max} el máximo de SO_2 existente en la población, la nueva variable SO_{2i}^* , viene definida por la siguiente expresión: $SO_{2i}^* = -SO_{2i} + SO_{2max}$.

La variable dependiente es el precio realmente pagado por la vivienda vendida (excluidos impuestos y se toma en millones de pesetas).

Como ya se ha señalado la forma funcional de las ecuaciones hedónicas es la lineal. Por tanto, la ecuación hedónica tiene la siguiente expresión:

$$P = \alpha_0 + \alpha_1 \mu + \alpha_2 \text{bas} + \alpha_3 \text{cal} + \alpha_4 \text{alt} + \alpha_5 \text{gar} + \alpha_6 \text{edad} + \alpha_7 \text{so} + e_i \quad [7]$$

donde e_i es el término de error habitual.

Los coeficientes que acompañan a cada una de las características son los precios implícitos marginales que coinciden con los precios medios de cada una de ellas. Se estiman cinco ecuaciones hedónicas, una para cada mercado (Oviedo, Gijón, Avilés, Mieres, Langreo), con ello se intenta conseguir la variación de precios necesaria para poder realizar la estimación de la segunda etapa, es decir, de las demandas de las características de vivienda. La estimación se realiza para cada una de las ecuaciones separadamente por MCO. Los resultados aparecen a continuación.

Cuadro 1: RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES DE LAS FUNCIONES DE PRECIOS HEDÓNICOS

	OVIEDO	GIJÓN	AVILÉS	MIERES	LANGREO

Variable	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio
Constante	-10,9	-3,38***	-8,09	-4,37***	-3,47	-2,206**	-1,24	-0,9	-3,33	-3,66***
Mu	0,145	3,346***	0,132	6,136***	0,092	4,189***	0,098	5,356***	0,081	8,648***
Bas	1,772	1,314	2,242	3,38***	1,48	3,169***	0,309	0,468	1,14	3,432***
Cal	2,709	1,986***	1,794	2,453**	1,799	3,737***	2,455	3,494***	1,178	2,432***
alt	0,845	3,391***	0,284	1,9*	0,358	4,104***	0,153	0,974	0,152	1,524
Gar	2,842	3,090***	2,603	4,078***	2,004	5,701***	3,073	4,256***	1,344	3,327***
Edad	5,093	5,344***	4,331	6,858***	2,857	6,458***	2,409	4,152***	2,352	5,108***
dist	0,004	5,843***	0,002	4,76***	0,001	2,542***	0,004	4,930***	0,002	2,763***
SO₂	0,443	2,604**	0,366	5,285***	0,292	3,49***	0,189	1,709*	0,174	3,408***
R2-ajust.	0,790		0,861		0,936		0,766		0,888	
F estadís.	38,16		75,93		124		22,73		63,44	

***Significativa al 1%

**Significativa al 5%

*Significativa al 10%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados son en principio satisfactorios, de forma que parece ponerse de manifiesto la eficacia del método de Rosen (1974), confirmando la existencia de un mercado implícito para las características de vivienda. El modelo explica en un porcentaje elevado, la formación del precio de la vivienda. Los resultados son una fuente de información para aquellos agentes que actúan en el mercado como oferentes,

demandantes, intermediarios, Sector Público, etc., ya que permiten conocer el precio de una vivienda a través de sus características.

Los R^2 ajustados de las estimaciones de las ecuaciones hedónicas sobrepasan en la mayoría de los casos el 85% (excepto en Oviedo y Mieres). Los estadísticos de significatividad conjunta F indican también que todas las variables y en todas ecuaciones son globalmente significativas. Con respecto al nivel de significación de los coeficientes todos lo son al 10%, excepto número de baños en Oviedo y altura en Mieres y Langreo. Todos los coeficientes como cabe esperar son positivos lo que indica que las características son “bienes” y no “males”. El término independiente es significativo y negativo (excepto para Mieres que no es significativo), lo que indica que el gasto total dedicado a características de vivienda supera al precio de mercado de la unidad de vivienda. Por poblaciones se observa que en valores absolutos el término independiente es mayor en Oviedo, seguido de Gijón, Avilés, Langreo y Mieres, lo que indica que el precio de la unidad de vivienda excluidas características sigue el orden anterior.

En cuanto a los coeficientes de regresión, que indican en cuantas unidades monetarias varía el precio de la vivienda cuando aumenta en una unidad una determinada característica, manteniendo las demás constantes, (es decir, proporcionan el precio marginal o más correctamente el precio medio de cada característica al tratarse de funciones hedónicas lineales), su interpretación es la siguiente:

- El precio de la vivienda se incrementa en 144.680 pts. cuando la superficie de la vivienda aumenta en un metro cuadrado, manteniendo todas las demás características constantes, para el mercado de Oviedo. Para los mercados de Gijón, Avilés, Mieres y

Langreo, el incremento es de 132.130 pts., 92.161 pts., 97.702 pts. y 80.506 pts. respectivamente.

- El precio de la vivienda aumenta en 1.771.800 pts. cuando la vivienda pasa de uno a más baños para la población de Oviedo, el valor anterior es de 2.241.900 pts. para la población de Gijón, de 1.479.800 para Avilés, de 309.210 pts. para Mieres⁶ y de 1.139.840 pts. para Langreo, manteniendo todas las demás características constantes.

- El precio de la vivienda aumenta en 2.709.100 pts. para el mercado de Oviedo cuando la vivienda tiene calefacción, en Gijón el valor anterior es de 1.793.700 pts., de 1.798.900 pts. en Avilés, de 2.455.000 pts. en Mieres y de 1.177.600 pts. para Langreo.

- Por cada altura superior en la vivienda, el precio de ésta aumenta para Oviedo en 843.950 pts., en 284.380 pts. para Gijón, en 358.310 pts. para Avilés, en 152.790 pts. para Mieres y en 151.660 pts. para Langreo.

- Cuando la vivienda tiene garaje su valor aumenta en 2.841.800 pts. en Oviedo, 2.603.200 pts. en Gijón, 2.003.600 pts. en Avilés, 3.073.000 pts. en Mieres y 1.344.300 pts. en Langreo.

- Si la vivienda es nueva y está situada en Oviedo su precio se incrementa en 5.093.000 pts. frente a una vivienda usada, este valor es de 4.330.600 pts. para Gijón, de 2.857.000 pts. para Avilés, de 2.408.500 pts. para Mieres y de 2.352.000 pts. para Langreo.

- Cuando la vivienda se acerca un metro al centro de la ciudad su precio se incrementa en 4.440 pts. en Oviedo, 1.746 pts. en Gijón, 1.064 pts. en Avilés, 4.234 pts. en Mieres y 1.824 pts. en Langreo.

- Por último, el que la vivienda pase a zonas donde el SO_2 es menor que el máximo de la población, supone un incremento en el precio de la vivienda de 443.220 pts. por unidad de disminución de SO_2 para la ciudad de Oviedo, de 365.770 para Gijón, de 291.610 pts. para Avilés, de 188.740 pts. para Mieres y de 173.570 pts. para Langreo. Manteniendo, como en los casos anteriores, todas las demás características constantes.

Una vez analizado el significado de los coeficientes de regresión se pueden obtener algunas conclusiones. Atendiendo al precio del metro cuadrado la localidad más cara es Oviedo (144.680 pts/metro), seguida de Gijón (132.130 pts/m), Mieres (97.702 pts/m), Avilés (92.161 pts/m) y Langreo (80.506 pts/m). Esto es lógico si se tiene en cuenta la importancia relativa de las ciudades: Oviedo es la capital del Principado, Gijón es la ciudad más poblada seguida de Oviedo, Avilés, Mieres y Langreo. Con respecto al precio de las características relacionadas con la calidad de vivienda (nº de baños, calefacción, altura, garaje y edad) los resultados indican que también el mercado más caro corresponde a Oviedo (excepto para baños, donde el precio más elevado es para Gijón y garaje donde el más elevado es para Mieres⁷).

2.3. Segunda etapa: estimación de las funciones de demanda de características de vivienda

Una vez realizada la estimación de las ecuaciones hedónicas y por tanto habiendo obtenido los precios implícitos de cada una de las características de vivienda, el siguiente paso es estimar las demandas de las características. Para ello se emplea el sistema de ecuaciones de demanda de tipo AIDM. Como en la mayor parte de los estudios que utilizan el modelo de Rosen (1974), se estima una sola demanda para todos los mercados [King (1976), Palmquist (1984), Parsons (1986), Ohsfeld y Smith (1990)].

Esto implica que los parámetros de demanda son idénticos en todos los mercados, mientras que los precios en cada mercado no.

Para realizar la estimación se necesitan datos sobre precios de las características de vivienda, cantidad comprada de cada una de ellas y el gasto total realizado en características. Los precios de las características de vivienda se calcularon ya en la primera etapa de la estimación y se suponen que son exógenos en el sistema de demanda según los supuestos 2 y 5. Al haber estimado cinco ecuaciones hedónicas, en las ecuaciones de las demandas las variables precios toman cinco valores diferentes.

La cantidad comprada de cada una de las características también se posee, ya que en la etapa anterior se realizó la estimación de la función que relaciona los precios de las viviendas junto con la cantidad de características incluidas en cada una de ellas.

El gasto total en características de vivienda, x , es la suma de los productos de los precios de las características por la cantidad comprada. Como ya se ha indicado al ser el término independiente en las ecuaciones hedónicas siempre negativo, el gasto total en características de vivienda supera a su precio de mercado.

Las ecuaciones de demanda de características se estiman sobre la muestra total formada por las 364 observaciones correspondientes a los cinco municipios asturianos en estudio.

Las variables dependientes en el AIDM vienen definidas en las proporciones de gasto que cada familia destina a cada característica y se agrupan en las cuatro siguientes, de forma que se estima un sistema de demanda con cuatro ecuaciones:

- Proporción de gasto en cantidad de vivienda, w_1 , se define como el número de metros cuadrados que posee una vivienda dada por el precio del metro cuadrado del mercado donde se sitúa la vivienda, dividido por el gasto total en características de vivienda.

- Proporción de gasto en calidad de vivienda, w_2 . En la definición de esta variable se emplea el método descrito por King (1976), que consiste en hacer un agrupamiento de las características relacionadas con la calidad de la vivienda. De forma que el gasto en calidad, es la suma de los productos del precio de cada una de las características relacionadas con la calidad (número de baños, calefacción, altura, garaje y edad) en cada mercado por el nivel de cada una de ellas elegido por la familia, dividiendo la suma de los productos así hallados por el gasto total. La realización de este tipo de agregación es muy común en la literatura sobre el método hedónico, evitando posibles problemas de multicolinealidad entre precios.

- Proporción de gasto en localización, w_3 , se calcula por el producto del precio de esta característica en cada mercado, por los metros de distancia al centro de la ciudad de cada vivienda, una vez realizado el cambio definido anteriormente, dividida por el gasto total.

- Proporción de gasto destinado a calidad medio ambiental, w_4 , se define como el producto del precio del SO_2 en cada mercado, por la cantidad de SO_2 asociado a cada vivienda (una vez realizado el cambio de variable) dividido por el gasto total.

El gasto total o presupuesto destinado a una vivienda determinada, x , es la suma de los productos de los precios por las cantidades de características demandadas.

Las variables explicativas incluidas en las ecuaciones son:

- Los precios hedónicos de metros cuadrados, distancia y SO₂ calculados en la etapa anterior tomados en logaritmos naturales.

- Los índices de precios de la calidad de la vivienda expresados en logaritmos naturales. Para definir estos índices se toma una vivienda estándar que en nuestro caso es una vivienda nueva, con más de un baño, calefacción, garaje y un tercer piso. Los índices de precios de la calidad para cada mercado son la suma de los productos de los precios hedónicos de cada una de las características que componen la calidad, por el nivel fijado como estándar [King (1976)].

- La última variable explicativa es el gasto total real que se expresa como el cociente entre el presupuesto total y un índice de precios de tipo Stone. El logaritmo natural de este índice viene dado por: $\log P = \sum_j w_j \log p_j$. Con ello, es posible estimar el sistema linealmente.

En los estudios se suelen incluir un vector de características demográficas como edad del comprador de la vivienda, sexo, raza, nivel de estudios, etc. Lamentablemente, se carecen de datos individuales sobre características sociodemográficas de los compradores. Es por ello que se realizan tres aproximaciones:

- En la primera estimación no se realiza ninguna diferenciación entre el comportamiento de los individuos. A esta estimación se la denomina “estimación global”.

- En la segunda se diferencia el comportamiento de los individuos a través del parámetro de gasto del sistema⁸. Se supone que los individuos de todos los mercados tienen el mismo comportamiento frente a los precios, pero no ocurre lo mismo frente al gasto. El comportamiento diferencial proviene de que los niveles de gasto son distintos

en cada población. A la estimación de este modelo se le denomina “estimación diferenciada”.

- Por último se toman datos agregados del Censo de Población y Vivienda 1991 sobre características sociodemográficas de los individuos de las diferentes zonas de poblaciones de estudio. Es decir, se asigna las características sociodemográficas a cada unidad de vivienda encuestada según la zona en donde se sitúe ésta.

Los tres modelos se estiman aplicando un procedimiento de Ecuaciones Aparentemente No Relacionadas (SURE: Seemingly Unrelated Regression System), que presenta dos ventajas frente a la estimación por MCO: la primera es que se gana eficiencia al considerar la correlación contemporánea entre los errores de distintas ecuaciones y la segunda es que permite contrastar la hipótesis de simetría de los parámetros, que tal como se ha puesto de manifiesto en la ecuación [6] es una restricción del sistema.

En un primer paso se estima el modelo no restringido (es decir, sin imponer homogeneidad ni simetría, la condición de agregación se cumple siempre al estimar $k-1$ ecuaciones y por construcción del modelo). Luego se impone la condición de homogeneidad y se contrasta por medio del test estadístico del ratio de máxima verosimilitud, frente el modelo no restringido ecuación por ecuación. Por último, se impone la simetría, que de nuevo se contrasta por el mismo test anterior, pero en este caso para el modelo completo [Deaton y Muellbauer (1980), Lorenzo Segovia (1988), Labeaga y López (1996)].

Estimación global

Como ya se ha indicado en esta estimación no se incluyen variables sociodemográficas ni se realiza ninguna diferenciación de la variable gasto. De forma que la ecuación i-ésima en el AIDM es:

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log p_j + \beta_i \log \left(\frac{x}{p} \right) + e_i \quad [8]$$

donde e_i (cambiar en la ecuación) es el término de error que se supone independiente e idénticamente distribuido dentro de cada ecuación.

Los resultados donde se han impuesto las condiciones de homogeneidad y simetría⁹ aparecen en el cuadro 2. La ecuación que se elimina por imposición de aditividad (que implica que la matriz de varianzas y covarianzas de las perturbaciones sea singular, por lo que no se puede estimar el sistema completo) es la correspondiente a w_4 . No obstante, los coeficientes para esta ecuación se calculan teniendo en cuenta las restricciones del sistema. Los resultados aparecen a continuación:

Cuadro 2: RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES DE LAS ECUACIONES DE DEMANDA EN EL MODELO GLOBAL

	W₁		W₂		W₃		W₄
Variabes	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.
Constante	-0,5347	-2,128**	3,1222	5,976***	-0,3408	-5,523***	-1,2467
LogPmu	0,0377	0,755	0,2097	3,709***	-0,0141	-1,198	-0,2333
LogPcal	0,2097	3,709***	-0,5015	-4,319***	0,0346	2,461***	0,2572
LogPdist	-0,01412	-1,198	0,0346	2,461****	0,0156	3,338***	-0,0365

LogPso2	-0,2333	-----	0,2572	-----	-0,0365	-----	0,0126
Logx/P	0,0518	7,087***	-0,1542	-26,11***	0,1048	31,398***	-0,0024
R2ajus.	0,2223		0,6203		0,6523		
F	26,95		149,23		171,27		
Log-L	292,04		391,99		560,05		

Log-L 1741,3717

***Significativa al 1%

**Significativa al 5%

*Significativa al 10%

Fuente: Elaboración propia.

Los valores del contraste de significatividad (test F) indican en todos los casos que las variables son globalmente significativas. Los parámetros asociados a la renta y al propio precio son significativos al 1% excepto el parámetro del propio precio de la variable metros que no es significativo. En el cuadro 3 aparecen las elasticidades precio tanto compensada como no compensada y las elasticidades renta calculadas a partir de las siguientes fórmulas del AIDM:

$$\hat{\epsilon}_r = \left(\frac{\hat{\beta}_i}{w_i} \right) + 1 \quad \text{Elasticidad renta} \quad [9]$$

$$\hat{\epsilon}_p^* = \left(\frac{\hat{\gamma}_{ii}}{w_i} \right) - 1 \quad \text{Elasticidad precio compensada} \quad [10]$$

$$\hat{\epsilon}_p = \hat{\epsilon}_p^* - \hat{\beta}_i - w_i \quad \text{Elasticidad precio no compensada} \quad [11]$$

El cuadro se construye tomando valores medios de w_i en la muestra y manteniendo como hipótesis homogeneidad y simetría.

Cuadro 3: ELASTICIDADES DEL MODELO GLOBAL

ELASTICIDAD	Cant. Vivienda	Calidad vivienda	Localización	Entorno
Precio Compen.	-0,935	-2,7564	-0,9187	-0,8574
Precio no Com.	-1,4587	-2,8988	-1,1915	-0,9184
Renta	1,1151	0,4778	1,616	0,9619

Fuente: elaboración propia.

Las elasticidades precio compensadas son reducidas y cercanas a la unidad, excepto para la calidad de la vivienda que es altamente elástica.

Las elasticidades renta clasifican a la calidad de vivienda como característica necesaria, mientras que la localización es lujo. Los valores de las elasticidades renta para la cantidad de vivienda y el entorno medio ambiental están cercanos a la unidad. Tal clasificación puede resultar extraña sobre todo en lo que atañe a la calidad de vivienda¹⁰. El resultado puede ser debido a que las variables que la miden, se refieren a una calidad mínima a la que todos los consumidores desean tener acceso¹¹. Para la cantidad de vivienda puede que ocurra algo parecido pero con signo contrario, es decir, los consumidores a partir de un número determinado de metros consideran cada metro adicional como bien de lujo¹². Para corroborar estas hipótesis se incluyen en el modelo un término cuadrático para gasto real. Los resultados indican que efectivamente la cantidad de vivienda en principio es un bien necesario pasando luego a un bien de lujo. Lo mismo ocurre aunque en menor medida para el SO₂, mientras que para la calidad sucede lo contrario primero es un bien de lujo y luego es necesario.

Los coeficientes cruzados indican patrones de complementariedad entre cantidad y calidad de vivienda, calidad y localización, y calidad y entorno medio ambiental, y de sustitubilidad para el resto de características.

Los valores medios de las proporciones de presupuesto destinados a cada característica indican que los individuos gastan el mayor porcentaje en cantidad de vivienda, 46,734%, seguido de la calidad con un 30%, de localización con un 16,8%, y tan sólo el 6,34 % en entorno. Los resultados son lógicos si se tiene en cuenta que la cantidad y calidad de vivienda son las características más relacionadas con el alojamiento y por tanto cubren necesidades básicas del consumidor.

Sistema diferenciado

En esta estimación se diferencia un coeficiente de gasto real para cada mercado.

La *i*-ésima ecuación en el AIDM es por tanto:

$$w_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^4 \gamma_{ij} \log p_j + \beta_{iO} \log(x_O/P_O) + \beta_{iG} \log(x_G/P_G) + \beta_{iA} \log(x_A/P_A) + \beta_{iM} \log(x_M/P_M) + \beta_{iL} \log(x_L/P_L) + e_i \quad [12]$$

donde x_O , x_G , x_A , x_M y x_L indican el gasto total real en vivienda en cada población (Oviedo, Gijón, Avilés, Mieres y Langreo respectivamente), P_O , P_G , P_A , P_M , P_L son los índices de precios para cada población y e_i es el término de error que se supone independiente e idénticamente distribuido dentro de cada ecuación.

Los resultados¹³ donde se han impuesto las condiciones de homogeneidad y simetría aparecen a continuación:

Cuadro 4: RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES DE LAS ECUACIONES DE DEMANDA EN EL MODELO DIFERENCIADO

	W_1		W_2		W_3		W_4
--	-------	--	-------	--	-------	--	-------

Variables	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.
Constante	0,0166	0,010	-3,7707	-1,097	1,626	4,029***	3,1283
LogPmu	-0,6477	-2,066**	0,1499	0,397	0,2308	3,138***	0,2669
LogPcal	0,1499	0,397	0,9227	1,201	-0,3548	-3,822***	-0,7179
LogPdist	0,2308	3,138***	-0,3548	-3,822***	0,0708	2,491***	0,0531
LogPso2	0,2669	-----	-0,7179	-----	0,0531	-----	0,3979
Ologx/P	0,0409	3,457***	-0,1363	-15,590***	0,0993	24,382***	-0,0040
Glogx/P	0,1006	9,443***	-0,1905	-22,924***	0,0936	21,436***	-0,0037
ALogx/P	0,1196	8,637***	-0,2310	-17,148***	0,0922	15,80***	0,0192
Mlogx/P	0,1170	7,575***	-0,1828	-14,433***	0,0689	10,871***	0,0021
Llogx/P	0,1202	10,40***	-0,1974	-21,161***	0,0710	19,014***	0,0062
R2ajustado	48,015		74,96		79,94		-----
F	42,91		136,87		181,88		-----
Log-L	360,26		468,84		664,84		-----

Log-L 1776,7941

***Significativa al 1%

**Significativa al 5%

*Significativa al 10%

Fuente: Elaboración propia.

Los valores del contraste de significatividad (test F) indican en todos los casos que las variables son globalmente significativas. Los parámetros asociados a la renta son significativos al 1%. También son significativos los parámetros del propio precio asociados a la cantidad de vivienda (significativa al 5%) y a la localización (significativa al 1%). Una vez realiza la estimación del modelo anterior, se realizan pruebas t-de Student entre los coeficientes de las variables de gasto para aceptar o rechazar la hipótesis de que éstos son iguales entre si. En todas las ecuaciones se rechaza la igualdad de coeficientes. Por tanto, los individuos tienen comportamientos diferentes frente a la variable gasto según en la población donde residan¹⁴.

En el cuadro 5 aparecen los valores de las elasticidades precio y renta. La tabla se construye tomando valores medios de w_i en la muestra y manteniendo como hipótesis homogeneidad y simetría.

Cuadro 5: ELASTICIDADES DEL MODELO DIFERENCIADO

ELASTICIDAD	Cantidad	Calidad	Localización	Ambiental
P. Compensada.	-2,379	-----	-0,5807	-----
P. no comp. Oviedo	-2,8896	-----	-0,8488	-----
P. no comp. Gijón	-2,94928	-----	-0,84315	-----
P. no comp. Avilés	-2,9683	-----	-0,8417	-----
P. no comp. Mieres	-2,794	-----	-0,8184	-----
P. no comp. Langreo	-2,9688	-----	-0,8205	-----

Renta Oviedo	1,087	0,5427	1,5881	0,9763
Renta Gijón	1,2142	0,3608	1,5543	0,9417
Renta Avilés	1,2546	0,2249	1,546	1,3027
Renta Mieres	1,249	0,3866	1,408	1,033
Renta Langreo	1,2559	0,3376	1,4205	1,0978

Fuente: elaboración propia.

Tanto el coeficiente para la variable del propio precio en la calidad de la vivienda como en la características medio ambiental es positivo aunque en el primer caso no es significativo y en el segundo se espera que tampoco lo sea ya que en el sistema irrestringido no lo era. Es por ello que no se presentan los valores de las elasticidades para estas variables ya que son positivas.

Las elasticidades precio son altamente elásticas para cantidad de vivienda mientras que son reducidas para localización. Las elasticidades renta clasifican a la cantidad de vivienda y a la localización como características de lujo, mientras que la calidad de vivienda se clasifica como necesaria. Esto es así para todas las poblaciones de estudio.

El entorno medio ambiental es una característica de lujo para las poblaciones de Avilés, Mieres y Langreo, para las restantes es necesaria.

Los coeficientes cruzados indican patrones de sustitubilidad entre calidad y localización y calidad y entorno medio ambiental, y de complementariedad para el resto de características.

Sistema con variables sociodemográficas

Las variables sociodemográficas incluidas en el modelo son las siguientes:

- Juventud: que indica el porcentaje de personas menores de 26 años en la zona donde se sitúa la vivienda.

- Estudios: señala el porcentaje de personas con estudios superiores en la zona donde se sitúa la vivienda.

- Personas hogar: indica la media de personas en el hogar en la zona donde se sitúa la vivienda.

Los resultados¹⁵ de la estimación donde se ha impuesto homogeneidad y simetría aparecen en el cuadro 6:

Cuadro 6: RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES DE LAS ECUACIONES DE DEMANDA EN EL MODELO CON VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

	W₁		W₂		W₃		W₄
VARIABLES	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.
Constante	-1,104	-3,272***	3,2445	5,893***	-0,2578	-2,863***	-0,8827
LogPmu	-0,3552	-4,586***	0,4118	5,097***	0,0656	4,606***	-0,1222
LogPcal	0,4118	5,097***	-0,5673	-4,299***	-0,0169	-1,102	0,1724
LogPdist	0,0656	4,606***	-0,0169	-1,102	-0,0002	-0,037	-0,0485

LogPso2	-0,1221	-----	0,1724	-----	0,0485	-----	-0,0073
Logx/P	0,078	11,57***	-0,171	-31,154***	0,0974	28,719***	-0,0044
Juventud	-0,0446	-7,998***	0,0301	6,87***	0,0145	5,372***	-----
Estudios	-0,0251	-13,87***	0,1712	12,188***	0,0083	11,242***	-----
Persona hogar	0,2233	3,424***	-0,1658	-3,051***	-0,0574	-1,846*	-----
R2ajustado	47,26		71,26				
F	47,46		129,55		122,03		
Log-L	356,6		442,67		590,55		

Log-L 1724,5327

***Significativa al 1%

**Significativa al 5%

*Significativa al 10%

Fuente: Elaboración propia.

Los valores del contraste de significatividad (test F) indican en todos los casos que las variables son globalmente significativas. Los parámetros asociados a la renta son significativos al 1%. También son significativos al 1% los parámetros del propio precio asociados a la cantidad de vivienda y a la calidad de la vivienda.

Las variables sociodemográficas son todas significativas al 10% e indican que la cantidad de vivienda aumenta cuando lo hacen el número medio de personas en el hogar

y disminuye cuando mayor proporción de jóvenes hay en la familia y cuanto mayor es el porcentaje de personas con estudios. La demanda de calidad de vivienda, lo mismo que la demanda de localización, aumenta cuando lo hace el porcentaje de personas jóvenes en el hogar y con estudios y disminuye a medida que aumentan las personas en el hogar. Con respecto a la demanda medio ambiental, los resultados del modelo donde se ha impuesto la condición de homogeneidad, indican que esta demanda aumenta cuando lo hace el porcentaje de juventud, las personas en el hogar y las personas con estudios.

En el cuadro 7 aparecen las elasticidades renta y precios. La tabla se construye tomando valores medios de w_i en la muestra y manteniendo como hipótesis homogeneidad y simetría.

Cuadro 7: ELASTICIDADES DEL MODELO CON VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

ELASTICIDAD	Cantidad	Calidad	Localización	Ambiental
P. compensada	-1,7562	-2,9035	-1,0012	-1,1151
P.no compensada	-2,3039	-3,0305	-1,2674	-1,1741
Renta	1,1661	0,4262	1,5768	0,9306

Fuente: elaboración propia.

Las elasticidades precio compensadas son altamente elásticas para cantidad y calidad de vivienda mientras que están próximas a la unidad para la localización y entorno. Las elasticidades renta clasifican a la cantidad de vivienda y a la localización como características de lujo, mientras que la calidad de vivienda y el entorno medio ambiental se clasifican como necesarias.

Los coeficientes cruzados indican patrones de sustituibilidad entre cantidad y entorno medio ambiental, calidad y localización, y de complementariedad para el resto de características.

Comparación entre estimaciones

En este apartado se comparan los resultados obtenidos por las tres estimaciones, global, diferenciada y con variables sociodemográficas, mostrados anteriormente. Las comparaciones se realizan en el sistema donde se ha impuesto homogeneidad y simetría.

En primer lugar señalar que la bondad del ajuste es menor en el sistema global obteniéndose resultados similares para el resto de estimaciones. Ello indica que existe un comportamiento diferenciado frente al gasto real.

Con respecto al cumplimiento de las restricciones del sistema, la homogeneidad se cumple para las cuatro ecuaciones estimadas en el modelo diferenciado. En la estimación con variables sociodemográficas se cumple para la demanda de cantidad y de calidad de vivienda y en el sistema global sólo para la primera ecuación. La simetría no se cumple en ninguno de los tres modelos. Estos resultados son comunes a estudios donde se emplea el modelo AIDM, ya que en los escasos trabajos donde se cumplen las restricciones, se trabaja con muestras homogéneas y se emplea un sistema dinámico [Banks, Blundell y Lewbel (1997)] .

En cuanto a la clasificación de las características, las tres estimaciones señalan a la cantidad de vivienda y a la localización como características de lujo, mientras que la calidad de vivienda es necesaria. La característica medio ambiental, es necesaria en la estimación global y en la estimación con variables sociodemográficas. En el modelo

diferenciado es necesaria para las poblaciones de Oviedo y Gijón, siendo lujo para Avilés, Mieres y Langreo.

Existe una disparidad en cuanto a los valores que toman las elasticidades precio para la cantidad de vivienda. Mientras que en la estimación global presenta una elasticidad moderada, en las estimaciones diferenciadas y con variables sociodemográficas la característica es altamente elástica. En la estimación global el coeficiente no es significativo, por lo que merece más confianza el valor para las dos estimaciones restantes. Los valores del resto de elasticidades precio son bastante parecidos entre las estimaciones, siendo un poco más elevados en el caso de la estimación diferenciada.

En cuanto al signo de las elasticidades cruzadas existen tres divergencias entre las estimaciones. La primera entre la cantidad de vivienda y localización. La estimación global establece la sustituibilidad entre ambas características, mientras que para las segunda y tercera estimaciones son complementarias. En la estimación global el coeficiente no es significativo, por lo que existe una mayor probabilidad de que las características sean complementarias. La segunda diferencia se encuentra entre calidad de vivienda y localización. En la estimación global las características son complementarias mientras que en las restantes son sustitutivas. La última diferencia es entre las características de calidad medio ambiental y localización. En la estimación diferencia y con variables sociodemográficas las características son complementarias mientras que en el modelo global son sustitutivas.

3. ALGUNAS IMPLICACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS POLÍTICAS DE VIVIENDA

Los modelos de demanda de bienes diferenciados son generalmente considerados como instrumentos útiles para el análisis de los efectos de ciertas intervenciones públicas. Como señala Butler (1980), el mayor beneficio de estos modelos a través de un análisis transversal es la habilidad para obtener predicciones de los impactos de las políticas de una manera rápida y barata. Para ello es necesario realizar algún tipo de simulación que permitan valorar la eficiencia o equidad de una determinada política. Sin embargo, el análisis anterior permite, sin la necesidad de realizar una simulación posterior, obtener algunas conclusiones que pueden ayudar a la hora de diseñar políticas de vivienda¹⁶.

- La primera conclusión, y la más lógica, es que el precio de las características de vivienda varía de unas poblaciones a otras. Ello significa que dos familias con niveles iguales de renta, pero que habitan en poblaciones distintas, deben de realizar un esfuerzo económico diferente para adquirir una vivienda con similares características.

- La demanda de características de la vivienda más relacionadas con el alojamiento, como son el tamaño y la calidad de la vivienda, es muy sensible a las variaciones de precios. Mientras que las restantes características, localización y calidad medio ambiental, tienen una respuesta aproximadamente proporcional frente a los precios.

Algo parecido ocurre con la demanda de características de vivienda y las variaciones de renta. La demanda de calidad de vivienda aumenta menos que proporcionalmente frente a aumentos de renta, mientras que la demanda de cantidad de vivienda lo hace más o menos proporcionalmente. La demanda de localización tiene una

alta respuesta frente a la renta, lo mismo sucede con el entorno medio ambiental para las poblaciones de menor tamaño.

- Se pueden diferenciar dos tipos de demandantes de vivienda: personas jóvenes, probablemente sin hijos y con estudios superiores, que demandan viviendas pequeñas, bien localizadas y de calidad y personas maduras, probablemente con hijos, que prefieren viviendas grandes, lo que hacen que sacrifiquen calidad y localización.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado una estimación de la función de demanda de vivienda, teniendo en cuenta de una manera explícita la heterogeneidad inherente del bien. Para ello se ha utilizado el método de precios hedónicos de Rosen (1974). El método se ha mostrado altamente eficaz tanto para desagregar el precio de mercado de la vivienda según las cantidades de características homogéneas que posee, como en la estimación de las funciones de demanda de esas características.

El ámbito espacial del estudio ha coincidido con las principales poblaciones de la zona central del Principado de Asturias y el ámbito temporal ha sido el año 1996.

Las principales conclusiones de la estimación han sido las siguientes:

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

- Tanto el tamaño como la localización de la vivienda son características de lujo para los consumidores, mientras que la calidad de la vivienda es una característica

necesaria. El entorno medio ambiental también es una característica necesaria para las poblaciones grandes mientras que es lujo para las de menor tamaño.

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

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

El tipo de análisis realizado no sólo es interesante para los agentes que actúan en el mercado, además tiene gran utilidad para la resolución de ciertos problemas económicos como, por ejemplo, los siguientes:

- Aplicaciones en el campo de la teoría urbana: cálculo de la relación inversa entre el precio de mercado de las viviendas y la distancia que guardan a los centros de actividad económica. En general, el método de precios hedónicos es útil en la medición de diferencias de precios dentro de un área metropolitana.

- Valoración de bienes públicos y de características medio ambientales: los individuos eligen el consumo de un bien público local y/o de una determinadas

condiciones medio ambientales a través de la elección de su residencia, de forma que el mercado de vivienda se convierte en un mercado implícito para estos bienes¹⁷.

- Valoración de las intervenciones estatales en el sector a través de simulaciones.

ANEXO 1: MODELO GLOBAL

Cuadro A.1.1: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO NO RESTRINGIDO.

	W ₁		W ₂		W ₃		W ₄	
Variables	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio
Constante	-5,3470	-3,822***	3,7069	3,515***	-0,1663	-0,270	2,8064	3,69***
LogPmu	-0,4299	-4,125***	0,4709	5,994***	0,1364	2,977***	-0,1775	-3,13***
LogPcal	1,5303	6,054***	-0,9828	-5,157***	-0,2616	-2,353**	-0,2858	-2,077**
LogPdist	-0,1494	-4,470***	0,08412	3,339***	0,05327	3,625***	0,0119	0,658
LogPso2	-1,0426	-6,917***	0,5644	4,967***	0,1731	2,611***	0,3050	3,719***
Logx/P	0,0860	10,647***	-0,1764	-28,98***	0,0896	25,219***	0,0084	0,192
R2ajustado	41,92		71,13		76,89		28,39	
F	53,4		179,88		242,6		29,8	
Log-L	337,017		439,846		635,994		558,417	

Log-L 1736,6987

***Significativa al 1%

**Significativa al 5%

*Significativa al 10%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.2.: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DONDE SE IMPONE
HOMOGENEIDAD

	W₁		W₂		W₃		W₄	
Variables	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio
Constante	-7,7532	-7,767 ***	7,2983	9,479***	2,4934	5,452***	-1,0385	-1,804*
LogPmu	-0,3491	-3,505***	0,3504	4,561***	0,0472	1,034	-0,0485	-0,844
LogPcal	1,8357	8,297***	-1,4386	-8,430***	-0,5992	-5,910***	0,2021	1,584
LogPdist	-0,2025	-7,947***	0,1635	8,317***	0,1121	9,596***	-0,0730	-4,97***
LogPso2	-1,2840	-----	0,9246	-----	0,4399	-----	-0,0806	-----
Logx/P	0,0824	10,294***	-0,1711	-27,7***	0,0935	25,500***	-0,0049	-1,055
R2ajustado	41,14		69,37		74,58		18,57	
F	64,42		206,56		267,36		21,7	
Log-L	333,569		428,076		617,666		534,00	

Log-L 1705,4764

***Significativa al 1%

**Significativa al 5%

*Significativa al 10%

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2: MODELO DIFERENCIADO

Cuadro A.2.1.: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO NO RESTRINGIDO

	W₁		W₂		W₃		W₄	
Variables	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio
Constante	2,958	0,325	-8,5329	-1,26	3,2397	0,858	3,345	0,643
LogPmu	-0,6609	-0,969	0,3641	0,716	0,2878	1,015	0,0089	0,023
LogPcal	-1,004	-0,620	2,0296	1,679*	-0,1122	-0,167	-0,9130	-0,982
LogPdist	0,3220	1,497	-0,5376	-3,351***	-0,0014	-0,016	0,2170	1,760*
LogPso2	1,471	1,563	-1,8446	-2,628***	-0,3935	-1,005	0,7671	1,422
OLogx/P	0,0126	0,991	-0,1104	-11,628***	0,1252	23,644***	-0,027	-3,8***
GLogx/P	0,0836	5,979***	-0,1888	-18,107***	0,0987	16,971***	0,0065	0,816
ALogx/P	0,1054	4,638***	-0,2272	-13,408***	0,0845	8,939***	0,0374	2,868**
MLogx/P	0,1874	9,043***	-0,2319	-14,997***	0,0395	4,587***	0,0049	0,411
LLogx/P	0,1553	8,173***	-0,2188	-15,435***	0,0391	4,941***	0,0244	2,241**
R2ajustado	50,88		76,09		82,51		32,78	
F	42,78		129,4		191,34		20,68	
Log-L	371,60		478,29		690,82		574,02	

***Significativa al 1%

**Significativa al 5%

*Significativa al 10%

L-Log 1808,675

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.2.2.: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DONDE SE HA IMPUESTO
HOMOGENEIDAD

	W ₁		W ₂		W ₃		W ₄	
Variables	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio
Constante	6,2743	1,000	-8,2329	-1,76**	-2,469	-0,941	5,428	1,509
LogPmu	-0,7720	-1,195	0,3540	0,735	0,4786	1,771*	-0,0606	-0,164
LogPcal	-1,4196	-1,015	1,9922	1,910**	0,6005	1,026	-1,1731	-1,463
LogPdist	0,3928	2,403***	-0,5312	-4,358***	-0,1230	-1,799*	0,2614	2,79***
LogPso2	1,7987	-----	-1,8150	-----	-0,9562	-----	0,9724	-----
OLogx/P	0,0122	0,962	-0,1104	-11,652***	0,1258	23,67***	-0,0277	-3,8***
GLogx/P	0,0876	7,673***	-0,1884	-22,117***	0,0917	19,181***	0,0091	1,387
ALogx/P	0,1017	4,713***	-0,2275	-14,128***	0,0906	10,030***	0,0351	2,83***
MLogx/P	0,1908	9,726***	-0,2315	-15,827***	0,0034	4,109***	0,0071	0,623
LLogx/P	0,1489	10,51***	-0,2193	-20,766***	0,0500	8,45***	0,0020	2,51***
R2ajustado	50,98		76,163		82,35		32,92	

F	48,20		145,98		212,78		23,27	
Log-L	370,96		477,77		688,13		573,35	

L-Log 1805,5133

***Significativa al 1%

**Significativa al 5%

*Significativa al 10%

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3: PRUEBAS t-STUDENT

Cuadro A.3.1: PRUEBAS t-STUDENT

	W ₁	W ₂	W ₃
Oviedo y Gijón	-217,56	373,69	172,22
Oviedo y Avilés	-285,61	389,75	151,86
Oviedo y Mieres	-295,50	268,84	1344,57
Oviedo y Langreo	-262,17	373,50	1550,97
Gijón y Avilés	-252,21	262,32	201,11
Gijón y Mieres	-43,98	-8,817	305,13
Gijón y Langreo	-232,39	145,50	1737,85
Avilés y Mieres	5,05	-122,83	243,90
Avilés y Langreo	-2,48	-113,82	732,82

Mieres y Langreo	-19,01	27,53	-70,67
------------------	--------	-------	--------

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4: MODELO CON VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

Cuadro A.4.1 RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO NO RESTRINGIDO

	W ₁		W ₂		W ₃		W ₄	
Variables	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio
Constante	-6,0121	-4,896***	4,086	4,206***	-0,1015	-0,168	3,0277	4,106***
LogPmu	-0,3434	-2,343**	0,3167	2,732***	0,0291	0,403	-0,0025	-0,028
LogPcal	1,3542	5,751***	-0,8092	-4,345***	-0,1692	-1,457	-0,3758	-2,658***
LogPdist	-0,0902	-2,934***	0,0528	2,171**	0,0462	3,050***	-0,0088	-0,479
LogPso2	-0,9059	-6,734***	0,5013	4,711***	0,1703	2,567***	0,2343	2,9***
Logx/P	0,0933	13,109***	-0,1808	- 32,107***	0,0885	25,195***	-0,0010	0,229
Juventud	-0,0343	-6,057***	0,0186	4,167***	0,0047	1,713	0,0108	3,19***
Estudios	-0,0169	-8,436***	0,0921	5,817***	0,0016	1,604	0,0061	5,068***
Persona hogar	0,3278	4,249***	-0,2366	-3,876***	-0,0102	-2,671***	0,0104	0,225
R2ajustado	55,05		75,94		77,51		32,57	

F	56,58		140,10		157,41		22,92	
Log-L	386,741		472,056		644,008		572,408	

Log-L 1807,8589

***Significativa al 1%

**Significativa al 5%

*Significativa al 10%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.2: RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DONDE SE HA IMPUESTO

HOMOGENEIDAD

	W₁		W₂		W₃		W₄	
Variables	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio	Coef.	t-ratio
Constante	-5,6905	-6,078***	5,4369	7,296***	1,5755	3,330***	-0,3219	-0,538
LogPmu	-0,3691	-2,795***	0,2086	1,985**	-0,1050	-1,574	0,2656	3,144***
LogPcal	1,325	-2,795***	-0,9319	-5,223***	-0,3215	-2,838***	-0,0716	-0,499
LogPdist	-0,0832	-3,277***	0,0823	4,072***	0,0828	6,456***	-0,0819	-5,05***
LogPso2	-0,8727	-----	0,6410	-----	0,3437	-----	-0,1121	-----
Logx/P	0,0937	13,296***	-0,1791	- 31,924***	0,0906	25,429***	-0,0052	-1,157
Juventud	-0,0342	-6,045***	0,019	4,224***	0,0052	1,828*	0,0099	2,751***
Estudios	-0,0169	-8,424***	0,0093	5,869***	1,731	0,0834*	0,0058	4,500***

Persona hogar	0,3189	4,312***	-0,2742	-4,658***	-0,1482	-3,967***	0,1035	2,181**
R2ajustado	55,16		75,16		76,45		23,66	
F	64,79		157,91		169,34		17,07	
Log-L	386,1472		469,25		634,567		548,79	

Log-L 1778,9269

***Significativa al 1%

**Significativa al 5%

*Significativa al 10%

Fuente: Elaboración propia.

NOTAS

¹ Modelo de Demanda Casi Ideal, antes llamado AIDS (Almost Ideal Demand System)

² Realmente Rosen propone un método para estimar funciones de subasta marginales que para él son las demandas inversas compensadas, pero en los trabajos empíricos se suelen estimar las funciones de demanda directamente.

³ Es decir, consumidores y empresas son precio-aceptantes. Sin embargo, este concepto es algo diferente que en el mercado típico de un bien homogéneo, ya que como se expone más adelante, en mercados de bienes heterogéneos en general los agentes pueden variar el precio marginal pagado variando la cantidad de características compradas u ofrecidas.

⁴ El nivel de SO₂ es el obtenido por las estaciones automáticas situadas en diferentes zonas de la población. El nivel de SO₂ asignado a cada vivienda corresponde a la estación más cercana a ésta. Nos hubiese gustado tomar otra medida mejor de la calidad medio ambiental como el ruido o las partículas en suspensión en el aire, pero lamentablemente no se disponen de estos datos para todos los ayuntamientos de estudio.

⁵ Como en la mayor parte de trabajos que utilizan datos reales de viviendas vendidas la muestra no es representativa [Kain y Quigley (1970), King (1976), Nelson (1978), Witte, Sumka y Erekson (1979), McMillan (1979), Peña y Ruiz-Castillo (1982)]. Nos hubiese gustado conocer el universo de la población para tener una idea de la representatividad de la muestra, lamentablemente no se dispone de esta información. Los datos se refieren a viviendas situadas en la zona urbana de cada municipio, es decir, no se incluyen viviendas rurales ni unifamiliares.

⁶ Para Mieres el coeficiente que acompaña a esta variable no es significativamente diferente de cero.

⁷ El precio elevado del garaje en la población de Mieres se debe a que en general se tratan de garajes cerrados individuales, mientras que en el resto de las poblaciones son abiertos estilo parking.

⁸ Se entiende por parámetro de gasto aquel que acompaña a la variable $\log(x/P)$ del AIDM.

⁹ En el anexo 1 aparecen los resultados del modelo no restringido, es decir en él que no se impone ninguna restricción y del modelo en que se ha impuesto la condición de homogeneidad.

¹⁰ Aunque en otros trabajos [McMillan (1979) y Parsons (1986)] la calidad también es una característica necesaria.

¹¹ Recuérdese que en la calidad esta formada por viviendas con más de un baño, calefacción, garaje, tercer piso y nueva. Tal vez si se hubiesen incluido variables que especificasen más el nivel de calidad como tipo de calefacción, tipo de ventanas, de grifería etc., los resultados deberían ser diferentes.

¹² Esto puede ser razonable teniendo en cuenta que la media de los metros en la muestra ronda los 75.

¹³ En el anexo 2 se presentan los resultados de la estimación del modelo no restringido, es decir aquel en el que no se impone ninguna restricción y del modelo en que se ha impuesto la condición de homogeneidad.

¹⁴ En el anexo 3 se presentan las pruebas t- Student.

¹⁵ En el anexo 4 se presentan los resultados de la estimación del modelo no restringido, y del modelo en que se ha impuesto la condición de homogeneidad.

¹⁶ Una aplicación del análisis para la valoración de la eficiencia de las políticas de vivienda directas aparecerá próximamente en la Revista de Economía Aplicada bajo el título: “El otro exceso de gravamen. Un análisis empírico aplicado a las políticas de vivienda directas”.

¹⁷ Una aplicación de nuestro análisis al campo medio ambiental se publicará próximamente en la revista de Hacienda Pública Española bajo el título “Valoración de la calidad medio ambiental: una aplicación del método hedónico para las principales poblaciones asturianas”.

BIBLIOGRAFÍA

Bartik, T.J, (1987), “The estimation of Demand parametres in Hedonic Price Models”,
Journal of Political Economy 95, pp. 81-88

Banks, J., Blundell, R., y Lewbel A., (1997), “Quadratic Engel Curves and Consumer Demand”, *The Review of Economics and Statistics*, LXXIX, pp. 527-539.

Brown, J.N, y Rosen, H.S, (1982), “On the estimation of structural hedonic price models” *Econometrica* 50, pp. 765-768.

Butler, R.V, (1980), “Cross-sectional variation in the hedonic relationship for urban housing markets”, *Journal of Regional Science* 20, pp. 439-453.

Deaton, A. y Muellbauer, J., (1980), “An Almost Ideal Demand System”, *The American Economic Review* 70, pp. 312-326.

Diamond, J.R. y Smith, B.A, (1985), “Simultaneity in Market for Housing Characteristics”, *Journal of Urban Economics* 17, pp. 280-292.

Epple, D, (1987), “Hedonic Prices and Implicit Markets: Estimating Demand and Supply Functions for Differentiated Products”, *Journal of Political Economy* 95, pp. 59-79.

Kain, J.F y Quigley, M.J., (1970), “Measuring the Value of Housing Quality”, *Journal of the American Statistical Association* 65, pp. 532-548.

-
- King, T.A., (1976), "The demand for Housing: A Lancasterian approach", *Southern Economic Journal* 43, pp. 1077-1087.
- Labeaga, J.M. y López, A. (1996), "Flexible Demand System Estimation and the Revenue and Welfare Effects of the 1995 Vat Reform on Spanish Households", *Revista de Economía Española* 13, pp. 181-197.
- Lancaster, K.J, (1966), "A new approach to consumer theory", *Journal of Political Economy* 74, pp.132-157.
- Lorenzo Segovia, M.J, (1988), "Sistemas completos de demanda para la economía española", *Investigaciones Económicas XII*, pp. 83-130.
- McConnell, K.E, y Phipps, T.T, (1987), "Identification of Preference Parameters in Hedonic Models: Consumer Demand with Nonlinear Bugets", *Journal of Urban Economics* 22, pp. 35-52.
- McMillan, M.L, (1979), "Estimates of households preferences for enviromental quality and other housing characteristics from a system of demand equations", *Scandinavian Journal of Economics* 81, pp. 174-187.
- Mendelsohn, R., (1984), "Estimating the structural equations of implicit markets and household production functions", *The Review of Economics and Statistics* 66, pp. 673-677.
- Muth, R.F., (1960), "The Demand for Non-Farm Housing", en A.C. Harberger, ed., *The Demand for Durable Goods*, Chicago: University of Chicago Press. Citado por Fallis, G., (1985).
- Nelson, J.P., (1978), "Residential Choice, Hedonic Prices, and the Demand for Urban Air Quality", *Journal of Urban Economics* 5, pp. 357-369.

-
- Ohseidt, R.L. y Smith, B.A, (1990), "Calculating Elasticities from Structural Parameters in Implicit Markets" *Journal of Urban Economics* 27, pp. 212-221.
- Olsen E.O., (1969), "A Competitive Theory of Housing Market", *American Economics and Statistics* 59, pp. 612-622.
- Palmquist, R.B, (1984), "Estimating the demand for the characteristics of housing", *Review of Economics and Statistics* 64, pp. 394-404.
- Parsons, G.R, (1986), "An Almost Ideal Demand System for Housing Attributes", *Southern Economic Journal* 53, pp. 347-363.
- Peña, D., y Ruiz-Castillo, J., (1982), "Un análisis econométrico de las viviendas en arrendamiento de protección oficial", *ICE* 585, pp. 42-48.
- Quigley, J.M, (1982), "Nonlinear Budget Constrains and Consumer Demand: An Application to Public Programs for Residential Housing", *Journal of Urban Economics* 12, pp. 177-201.
- Rosen, S., (1974), "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition" *Journal of Political Economy* 1, pp. 35-55.
- Witte, A.D, Sumka, H.J, y Erekson, H., (1979), "An estimate of a structural hedonic price model of the housing market: An application of Rosen's theory of implicit markets", *Econometrica* 47, pp.1151-1173.