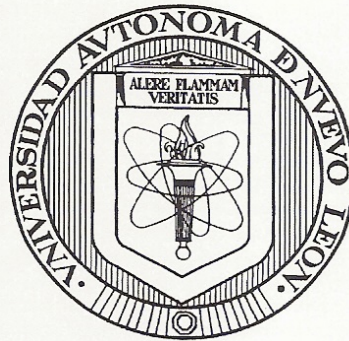


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ECONOMÍA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA IDEAL:  
UNA VALORACIÓN A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA  
DE PRECIOS HEDÓNICOS**

Por

**RAMSES EVERARDO MORENO MURRIETA**

**Tesis presentada como requisito parcial para  
obtener el Grado de Maestría en Economía con  
especialidad en Economía Industrial**

**FEBRERO, 2009**



**Características de la vivienda ideal: Una valoración  
a través de la metodología de precios hedónicos.**

**Ramses Everardo Moreno Murrieta**

**Aprobación de la Tesis:**

**Asesor de la Tesis**

  
\_\_\_\_\_  
**DRA. JOANA CECILIA CHAPA CANTÚ**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. DANIEL FLORES CURIEL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JULIO CÉSAR ARTEAGA GARCÍA**

  
**DR. JULIO CÉSAR ARTEAGA GARCÍA**  
Director de la División de Estudios de Posgrado  
de la Facultad de Economía, UANL  
Febrero, 2009



## Agradecimientos.

---

Me gustaría agradecer a ciertas personas el apoyo que me han ofrecido, tanto en el aspecto académico como personal.

El apoyo adoptó distintas formas (como financiarte la comida y la renta a fin de mes, críticas sobre tu tesis o tu vida personal, una palabra de ánimo, un comentario gracioso, e inclusive ayudarte a entender Estadística Matemática, aunque siendo sinceros creo que sus esfuerzos fueron en vano en este último punto) pero en fin, todo ello significó algo para mí.

Debo mucho a mis amigos y compañeros de posgrado, no podría imaginar estos dos años de maestría sin ellos. Carla, ¿hay algo que no sepas o no puedas entender?, aún dormida? en verdad admiré tu lucha por salir adelante cada día, lo que siembres cosecharás. Luis Carlos, siempre recordaremos con una sonrisa tus comentarios y preguntas en clases, ¿qué es ese símbolo que parece una S con un...?... Elías, ahora ya con maestría comprobamos nuestra teoría, el grado de estudios no quita lo “primitivo”, aunque puede deberse a la combinación de dos factores... Jesús, no todos los caminos llevan a Roma, ni todo lleva a la misma conclusión, o sí?... siendo justos tendría que terminar diciendo: ¡No, yo nomás decía!... En fin, me gustaría contar a detalle todas nuestras anécdotas de clases pero me tomaría más tiempo que lo que me llevó escribir esta tesis (bueno, estoy exagerando), pero si vale la pena recordarlas de vez en cuando. Deseo lo mejor para ustedes, éxito y gracias mis amigos por acompañarme en esta aventura.

Dra. Joanna Chapa, siempre le estaré eternamente agradecido por ser mi asesora en esta tesis, su apoyo y dirección fue muy valioso para mí, gracias Joanna. Mi agradecimiento es extendido para el CONACYT, su labor de apoyar el desarrollo científico del país hizo posible mis estudios de posgrado.

Por último pero más importantes, familia, gracias por tenerme y apoyarme cuando los necesité, los amo a todos. Adriana, lo siento pero tengo que decirlo, sabes que si no es por ti yo no estaría aquí, eres el motivo para iniciar esta aventura. Las palabras no logran expresar lo que verdaderamente significas para mí. Mi mundo es un mejor lugar porque tú estás en él.

El más importante de todos, Dios, gracias por ser tan increíblemente bueno. Tu verdadera bondad tiene que ser conocida por todos.



## Tabla de Contenido.

---

<b>1.- Introducción</b> .....	2
<b>2.- Reseña Bibliográfica</b> .....	5
<b>3.- Marco Teórico</b> .....	10
3.1.- Modelo Teórico de Precios Hedónicos.....	10
3.2.- Extensión del Modelo de Precios Hedónicos para el mercado de viviendas. ....	15
<b>4.- Marco Empírico</b> .....	18
4.1.- Fuentes de Información y obtención de variables .....	18
4.2.- Estadísticas Descriptivas .....	22
4.3.- Limitaciones del modelo .....	23
4.4.- Consideraciones previas a la estimación .....	24
4.5.- Selección de la forma funcional del modelo .....	26
4.6.- Resultados.....	29
<b>5.- Conclusiones</b> .....	33
<b>6.- Bibliografía</b> .....	35
<b>7.- Anexos</b> .....	39
<b>8.- Índice de Cuadros</b> .....	41
<b>9.- Índice de Figuras</b> .....	42

## 1.- Introducción.

---

*“Poner al alcance de las familias mexicanas la vivienda que requieren, no sólo satisface una demanda social, sino también impulsa el crecimiento de la economía y del empleo y derrama recursos que —cerrando un círculo virtuoso— permiten a la familia hacerse de una casa.”*

Programa Nacional de Vivienda 2007-2012

Aunque en los últimos años el sector de la vivienda ha tenido un impulso importante a través de menores tasas de interés y un mayor otorgamiento de créditos por parte de entidades privadas y gubernamentales, aún no ha sido posible equiparar las necesidades de actuales de vivienda en el país. Según proyecciones de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), se espera que en el periodo 2005-2030 las necesidades de vivienda estén alrededor de 650,000 unidades por año, esto representa llegar al doble de hogares para el final del periodo respecto al número de hogares del año 2000 a nivel nacional.

En el caso del Área Metropolitana de Monterrey (AMM) las cosas no son muy diferentes. Aunado a la creciente demanda de viviendas se agregan los efectos de un crecimiento urbano acelerado del AMM iniciado a partir de 1960 [Chávez (2006)], que trajo consigo los problemas de asentamientos irregulares, de escasez de servicios públicos, la falta de equipamientos, infraestructura insuficiente, entre otros problemas de distinta índole.

Ante esta importante demanda de viviendas y la falta de planeación presente en la mayoría de las ciudades, se necesitará de nuevas formas de proyectar y construir viviendas, las cuales deberán tomar en cuenta tanto los aspectos sociales, geográficos y ecológicos que

permitan a las familias desarrollarse en un entorno adecuado y agradable; la pregunta es entonces, ¿qué tipo de vivienda construir?

Al respecto, la teoría económica plantea una solución a esta interrogante en base en las preferencias de los consumidores. Rosen (1974) presenta un modelo en el cual es posible identificar las preferencias por ciertas características contenidas en un bien, además de valorar la aportación que realizan al precio del mismo. Este modelo se conoce con el nombre de “precios hedónicos”. Ya que son muy distintos los factores que determinan la decisión de un individuo para ubicar su vivienda, o para demandar por la ubicación de una ya construida, el modelo de precios hedónicos se constituye como una herramienta ideal para el análisis de esas preferencias.

El presente trabajo lleva a cabo una aplicación del modelo de precios hedónicos al mercado de viviendas en tres municipios del Área Metropolitana de Monterrey, a saber: Guadalupe, Monterrey y San Nicolás de los Garza. Aunque ya se han realizado estudios similares en nivel del área metropolitana, el hecho de que la vivienda represente más que un simple lugar de refugio para el individuo le da ciertas connotaciones sociales, las cuales no han sido consideradas por los estudios más recientes en el AMM [López (2006) y Scherenberg (2006)]. La principal ventaja de este trabajo radica en el estudio de la vivienda en el espacio geográfico donde ésta se localiza exactamente, lo que permite considerar las preferencias de un individuo por las características del vecindario, socioeconómicas y del entorno físico, tales como la escolaridad, el número de niños, la distancia a parques, a iglesias, etc. Encontrándose, entre los principales resultados, que las preferencias por ciertas características de la vivienda son distintas o de mayor impacto dependiendo del entorno social del vecindario.



El trabajo se desarrolla en cinco secciones. La siguiente sección presenta una reseña bibliográfica sobre el tema de precios hedónicos; para después describir el marco teórico del modelo y su aplicación al mercado de viviendas en la tercera sección. Enseguida, se comenta el marco empírico, presentando datos, estimaciones y resultados; y en la última sección, se discuten las principales conclusiones.

## 2.- Reseña Bibliográfica.

---

El enfoque de precios hedónicos ha tenido un auge impresionante desde sus inicios en la literatura económica. Aunque anteriormente ya existían aplicaciones de este enfoque, principalmente para el mercado de automóviles, como Triplett (1969) o Cowling y Cubbin (1972) entre otros, es hasta el trabajo de Rosen (1974) que se establece la teoría de precios hedónicos de forma consistente, además de aportar las herramientas metodológicas sólidas para su aplicación.

Entre sus variadas aplicaciones podemos encontrar los primeros trabajos realizados en la década de los setenta para los mercados de computadoras [Michaels (1979)], de televisión por cable [Ellickson (1979)], de cuidados pediátricos [Goldman y Grossman (1978)] y hasta para el mercado de alimentos en el caso de los cereales [Morgan et al. (1979)]. Desde entonces hasta hoy las aplicaciones de esta metodología han incursionado prácticamente en todos los mercados.

En lo referente al mercado de viviendas, Chinloy (1977) argumenta que las pocas aplicaciones, hasta esa fecha, de los índices de precios hedónicos en este mercado se atribuían al hecho de ser incapaces de distinguir entre los efectos de la depreciación y los efectos de la inflación. Chinloy separa estos dos efectos utilizando datos para el mercado de ventas de London, Ontario, para los años de 1967-1975. Cabe mencionar que Palmquist (1979) comenta un error en el desarrollo teórico del trabajo de Chinloy, lo cual lleva a interpretar equivocadamente sus resultados empíricos; según Palmquist, los efectos todavía no podían ser separados en tales modelos. Goodman (1978) expresa que la insistencia en

considerar al mercado de viviendas en un equilibrio de largo plazo ha limitado las aplicaciones de la técnica de precios hedónicos en el mismo mercado, asumiendo la posibilidad de comparar los precios de las viviendas en submercados dentro de un área metropolitana. Goodman realiza el análisis para el área metropolitana de New Haven para los años de 1967-1969, encontrando que las diferencias en precios entre y dentro de los submercados se deben a criterios espaciales, concluyendo que aunque una sola ecuación para el modelo puede ser útil, separarla permitirá entender la dinámica de los mercados en el corto plazo.

Dos trabajos en 1978 le dan un giro a la utilización de precios hedónicos ya que analizan factores medioambientales a través del precio de la vivienda. Harrison y Rubinfeld (1978) y Nelson (1978) utilizan el modelo propuesto por Rosen (1974) para estimar las ecuaciones de demanda y oferta para la calidad del aire en zonas urbanas de Washington y Boston, respectivamente. Encuentran principalmente la eficacia de la metodología en estos temas ya que sus resultados empíricos comprueban la existencia de un mercado implícito para la calidad del aire.

A partir de 1979, el uso de precios hedónicos se extiende con bastante fuerza en el mercado de la vivienda. Witte et al. (1979) llevan a cabo un estudio para el mercado de rentas de Carolina del Norte con el fin de estimar las funciones de oferta y demanda para los tres principales atributos en que ésta fue desagregada (calidad y tamaño de la vivienda, y tamaño del terreno); demuestran primeramente el carácter heterogéneo de la vivienda, con fuertes críticas a Olsen (1969) por considerarla un bien homogéneo y, entre otras cosas, obtienen que familias con niveles altos de “status”<sup>1</sup> e ingresos tiene mayores disposiciones a pagar por la calidad de la vivienda. Por otro lado, Nolan (1979) estima un índice de

---

<sup>1</sup> La variable “status” fue considerada en términos de educación y ocupación.



precios hedónicos para el mercado de rentas en el condado de St. Joseph (Indiana) y realiza un comparativo con estimaciones similares para el condado de Brown (Wisconsin); tratando de evaluar la portabilidad del índice<sup>2</sup>, Nolan encuentra que aunque las diferencias en ambas estimaciones son menos drásticas a las esperadas, se debe ser cauteloso acerca de transferir índices de un mercado a otro ya que las condiciones de un mercado en particular afectan la composición y coeficientes de un índice hedónico; adicionalmente, determina que familias con un incremento en el ingreso tienden a rentar mejores viviendas (de mayor calidad) contrario a viviendas más grandes.

A principios de los ochenta, Brown y Rosen (1982) advierten de algunas limitaciones en la aplicación del modelo original de Rosen<sup>3</sup>, a lo cual los trabajos de Palmquist (1984), Epple (1987) y Bartik (1987), entre otros, plantean algunas soluciones para el desarrollo de la investigación empírica posterior. En el caso de Palmquist (1984), tratando de evitar los problemas de identificación y endogeneidad en el modelo, considera una ecuación hedónica no lineal para estimar la demanda de las características más importantes de la vivienda (para siete ciudades de EE.UU.), resultando en mejores estimaciones que los estudios anteriores.

A partir de la década de los noventa en adelante, la metodología de precios hedónicos se iría “depurando” en sus aplicaciones y generalizando principalmente a cuestiones ambientales y de localización. Por ejemplo, McDonald et al. (1990) establecen la relación entre los diferenciales de precios de viviendas y las primas de seguros para viviendas ubicadas en lugares con mayor riesgo de inundación, esto en Monroe (Louisiana),

---

<sup>2</sup> Nolan (1979) define la portabilidad perfecta cuando la misma especificación arroja un buen ajuste y los mismos precios para los atributos en distinto lugar, aunque sostiene que no existe ninguna razón para que un índice de precios hedónicos equipare dos lugares igualmente.

<sup>3</sup> Las limitaciones en la aplicación corresponden a la segunda etapa del modelo de precios hedónicos y su discusión es ampliada en el capítulo 3.

encontrando que al parecer los costos de no asegurarse no son tan grandes como los considerados por las aseguradoras. En el mismo sentido, Clark y Nieves (1994) relacionan estos diferenciales con la presencia de refinerías o plantas nucleares, demostrando el efecto adverso para los residentes cercanos. De igual forma otros autores como Gayer y Viscusi (2002) realizan estudios similares para sitios de desechos peligrosos, Hallstrom y Smith (2005) en el caso de nuevos huracanes o Anderson y West (2006) para la valoración de espacios abiertos.

Una aportación importante que no podríamos dejar de mencionar es el uso de la tecnología en los modelos de precios hedónicos por parte de Geoghegan et al. (1997) ya que utilizan por primera vez un Sistema de Información Geográfica (SIG), enriqueciendo el análisis con información del entorno espacial que anteriormente era difícil de considerar. Geoghegan et al. realizan interacciones de variables con aspectos espaciales encontrando, por ejemplo, que las valoraciones eran distintas dependiendo del grado de urbanización. Siguiendo la tendencia de las aplicaciones de precios hedónicos de los últimos años, Saphores y Aguilar (2005) valoran el impacto de los malos olores producidos por las industrias locales a través del uso de un SIG, obteniendo como resultado una disminución del precio de las viviendas por motivo de este tipo de contaminación.

Por último, en el caso de México, desafortunadamente han sido muy pocas las aplicaciones de precios hedónicos en el mercado de viviendas. A nuestro saber, Zorrilla (1983) realiza el primer estudio de este tipo para el Área Metropolitana de Monterrey (AMM), encontrando principalmente el buen ajuste del modelo hedónico en este mercado. Cabe mencionar que Zorrilla (1983) es el único trabajo para México que lleva a cabo el modelo propuesto por Rosen (1974) hasta la segunda etapa del mismo, lo que le permite concluir, entre otras cosas, en la ausencia de relación entre la contaminación ambiental y

los precios de cada una de las características de la vivienda. Perló (2001) da continuación, en una tercera fase, a un estudio sobre el impacto de los programas de reconstrucción para el Distrito Federal a raíz del terremoto de 1985, afirmando que no necesariamente la inversión pública en vivienda tiene un efecto positivo en el nivel de precios del mercado inmobiliario habitacional. López (2006) y Scherenberg (2006) volverían aplicar la metodología de precios hedónico para el AMM en el mercado de ventas y de rentas de viviendas, respectivamente. Por un lado, López (2006) evalúa determinadas características de las viviendas haciendo distinción entre el valor de la propiedad y el municipio donde esta se ubica, demostrando que se obtienen valoraciones distintas e inclusive adversas de características según el tipo de análisis que se lleve a cabo. En el caso de Scherenberg (2006), se estima el efecto que tiene la contaminación del aire a través de las rentas de viviendas para los años 2003 y 2005, encontrando un efecto negativo sobre el precio de renta debido a los niveles de contaminación por PM10<sup>4</sup> registrados en el área metropolitana. Finalmente, tenemos el trabajo que realizan Alemán et al. (2008) con la aplicación de este enfoque a la detección de fraudes, específicamente para los casos de los avalúos “inflados”, los cuales utilizando datos para desarrollos inmobiliarios con al menos 50 viviendas comprueban que los grandes desarrolladores están sistemáticamente sobrevaluando el valor de las mismas.

---

<sup>4</sup> Partículas menores a 10 micras (PM10).



### **3.- Marco Teórico**

---

#### **3.1.- Modelo Teórico de Precios Hedónicos.**

El fundamento teórico sobre el modelo de precios hedónicos se origina a partir del trabajo realizado por Lancaster (1966) mediante el desarrollo de la llamada Nueva Teoría del Consumidor, según la cual las características de los bienes, y no los bienes mismos, son la fuente de utilidad. Gould y Lazear (1989) resumen en esencia este enfoque en los siguientes puntos:

- a) Un bien no brinda por sí mismo una utilidad al consumidor; posee ciertas características y son estas características las que producen utilidad.
- b) En general, un bien poseerá más de una característica y muchas características serán compartidas por más de un bien.
- c) En combinación, los bienes pueden poseer características diferentes de las que corresponden a los bienes por separado.

En base a lo anterior, Rosen (1974) considera la existencia de un conjunto o paquete de características contenidas en los bienes para las cuales existe un precio implícito, reflejando la suma de todos ellos el precio observado del bien. Éste último trabajo propuso el modelo de precios hedónicos para identificar las preferencias por esas características, siendo el pilar de los estudios posteriores.

El modelo original de Rosen consta de dos etapas. En una primera etapa del modelo se asume la existencia de un equilibrio en precios (precios hedónicos) entre consumidores y productores de un bien, los primeros expresan su valoración por las características de acuerdo a la utilidad que prestan, y los segundos incurren en costos al modificar el nivel de estas características para la obtención de beneficios.

Si consideramos al precio de un bien en función de las características que lo componen:

$$p = f(z) \quad (3.1)$$

donde:

" $p$ " es el precio del bien y " $z$ " es un vector de características, podemos derivar algunos resultados entrando en un proceso de maximización.

**a) Decisión del Consumidor:**

Según la teoría del comportamiento del consumidor, este tratará de maximizar su utilidad ( $U$ ) o satisfacción limitado por sus ingresos monetarios. En este caso:

$$\text{Max } U(x, z_1, z_2, \dots, z_n) \quad \text{s. a } y = x + p(z) \quad (3.2)$$

donde:

$U(x, z_1, z_2, \dots, z_n)$  es la función de utilidad del consumidor y se asume estrictamente cóncava, " $x$ " son todos los otros bienes consumidos y tienen un precio unitario, " $z_i$ " son las distintas características definidas como bienes normales, y por último, " $y$ " es el ingreso del consumidor.

Continuando con el proceso de maximización obtenemos las Condiciones de Primer Orden (CPO):

$$\frac{dU}{dx} - \lambda = 0 \quad (3.3)$$

$$\frac{dU}{dz_i} - \lambda p_{z_i} = 0 \quad (3.4)$$

$$y - x - p(z) = 0 \quad (3.5)$$

A través de las condiciones (3.3) y (3.4) determinamos la condición de equilibrio:

$$\frac{dU}{dz_i} / \frac{dU}{dx} = p_{z_i} \Rightarrow \frac{U_{z_i}}{U_x} = p_{z_i} \quad (3.6)$$

donde:

$U_{z_i}$  y  $U_x$  son las utilidades marginales de la característica " $z_i$ " y " $x$ ", respectivamente, y " $p_{z_i}$ " es la derivada respecto a la característica " $z_i$ " de la función hedónica.

Ahora bien, definiendo la disposición a pagar por " $z$ " como " $\theta$ ", expresamos a " $x$ " como  $x = y - \theta$ , y considerando un nivel de utilidad inicial " $u_0$ " tendríamos:

$$U(y - \theta, z) = u_0 \quad (3.7)$$

Despejando para  $\theta$ :

$$\theta(z, y, u_0) = \theta \quad (3.8)$$

Sustituyendo en la expresión (3.7):

$$U(y - \theta(z, y, u_0), z) = u_0 \quad (3.9)$$

Y derivando respecto a " $z_i$ " encontramos:

$$\frac{U_{z_i}}{U_x} = \theta_{z_i} \quad (3.10)$$

Relacionando las expresiones (3.6) y (3.10) comprobamos que  $p_{z_i} = \theta_{z_i}$ , es decir, la derivada respecto a la característica " $z_i$ " de la función hedónica es igual a la máxima disposición a pagar por ella.



**b) Decisión del Productor:**

Por otro lado, la acción análoga del productor es maximizar el beneficio de la siguiente forma:

$$\text{Max } \pi = Mp(z) - C(M, z, \beta) \quad (3.11)$$

donde:

" $\pi$ " es la función de beneficios del productor, " $M$ " es el nivel de producción, y " $\beta$ " es un parámetro que refleja los precios de los factores y parámetros de la función de producción ( como un indicador tecnológico).

De nuevo, continuando con el proceso de maximización, obtenemos las Condiciones de Primer Orden (CPO):

$$\frac{d\pi}{dM} = p(z) - C_M = 0 \quad (3.12)$$

$$\frac{d\pi}{dz_i} = Mp_{z_i} - C_{z_i} = 0 \quad (3.13)$$

De la primera condición (3.12) encontramos que el precio es igual al costo marginal, mientras que de la condición (3.13) obtenemos:

$$p_{z_i} = \frac{C_{z_i}}{M} \quad (3.14)$$

donde:

" $C_{z_i}$ " es el costo marginal de una unidad adicional de la característica " $z_i$ ", y la relación  $C_{z_i}/M$  será el costo marginal por característica del bien óptimo.

Definiendo la disposición a aceptar por " $z$ " como " $\phi$ ", y considerando un nivel beneficio inicial " $\pi_0$ " tenemos:

$$\pi = M\phi - C(M, z, \beta) = \pi_0 \quad (3.15)$$

Despejando para  $\phi$ :

$$\phi(z, M, \beta, \pi_0) = \phi \quad (3.16)$$

Sustituimos en (3.15):

$$\pi = M\phi(z, M, \beta, \pi_0) - C(M, z, \beta) \quad (3.17)$$

Derivando respecto a "z<sub>i</sub>" encontramos:

$$\phi_{z_i} = \frac{C_{z_i}}{M} \quad (3.18)$$

Relacionando las expresiones (3.14) y (3.18) comprobamos que  $p_{z_i} = \phi_{z_i}$ , es decir, la derivada respecto a la característica "z<sub>i</sub>" de la función hedónica es igual a la disposición a aceptar por ella.

c) **Equilibrio:**

Una vez obtenido el análisis de las decisiones del consumidor y del productor podemos encontrar un equilibrio entre las disposiciones a pagar y las disposiciones a aceptar, expresiones (3.10) y (3.18), ya que ambas se igualan a la derivada de la función hedónica con respecto a la característica "z<sub>i</sub>":

$$\frac{U_{z_i}}{U_x} = \theta_{z_i} = p_{z_i} = \phi_{z_i} = \frac{C_{z_i}}{M} \quad (3.19)$$

Este equilibrio refleja los puntos de tangencia de ambas disposiciones, haciendo posible asignar un precio implícito o un precio sombra para cada uno de las características del bien ( $p_{z_i}$ ), esto implica la existencia de un mercado "implícito" para las mismas, siendo la hipótesis principal del modelo de precios hedónicos. Hasta este punto se considera como la primera etapa del modelo.

Por otro lado, el equilibrio anterior requiere que cada uno de los  $n$  mercados para el conjunto de atributos también estén en equilibrio, es decir  $\theta_{z_i} = \phi_{z_i}$  para todo  $i$ . Los  $n$  mercados para los  $n$  conjuntos de atributos forman un sistema de  $2n$  ecuaciones, cuya solución garantiza el equilibrio del mercado para los conjuntos de atributos. La solución de las  $2n$  ecuaciones se considera la segunda etapa del modelo, de la cual se obtienen las ecuaciones de demanda inversa para cada uno de los atributos del bien. [Witte et al. (1979)]

### **3.2.- Extensión del Modelo de Precios Hedónicos para el mercado de la vivienda.**

Rosen (1974) considera que parte de la especificación del modelo hedónico es muy similar en “espíritu” al análisis de Tiebout (1956), en el cual los individuos eligen su residencia en la comunidad que mejor satisfaga sus preferencias por los bienes públicos; en la visión de Rosen, se considera a los bienes públicos como las “características” que conforman el bien en cuestión. Caridad y Brañas (1999), recapitulando algunos enfoques del crecimiento y la composición de los núcleos urbanos, consideran que a partir 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. Este análisis alternativo derivado del de Tiebout analiza todas las variables que a priori pueden influir en el precio de la vivienda...”. Estos modelos alternativos surgidos de la teoría urbana encajan perfectamente en la aplicación del enfoque de precios hedónicos, ya que el principal problema en el estudio de los mercados de vivienda era tratar su carácter heterogéneo, siendo esto posible a través del modelo de

Rosen [Ver Witte et al. (1979)]. Recordemos que la heterogeneidad de la vivienda estriba en ser un bien que posee un conjunto combinado de atributos que la diferencian respecto a otras viviendas, por lo cual es prácticamente imposible encontrar una sola vivienda en exactas condiciones que otra.

Retomando el modelo teórico de Rosen, anteriormente desarrollado, una vez obtenidos los precios implícitos de las características ( $p_{z_i}$ ), lo restante será encontrar cuales de ellas pueden influir en el precio de la vivienda.

Por lo general los estudios hedónicos para el mercado de viviendas incluyen una amplia lista de características agrupadas en tres clasificaciones:

- a) Características Estructurales: Generalmente agrupa las características físicas propias de la vivienda, entre las más comunes se encuentra el número de cuartos, el tamaño de la vivienda, número de baños, número de recamaras, número de pisos, tamaño del lote, entre otras. Aunque también pueden ser de tipo discretas como vivienda con terraza, con servicio de recolección de basura, luz en las calles, electricidad, aire acondicionado, teléfono, piscina, etc.
- b) Características del Vecindario: Incluye regularmente el entorno social y/o espacial en el que se encuentra la vivienda, como el ingreso promedio en el vecindario, la escolaridad, tasas de criminalidad, calidad de las escuelas, cercanía a un hospital, a un parque o a una iglesia, porcentaje de familias con niños, e inclusive cuestiones raciales como el porcentaje de personas hispanas, de color, etc.
- c) Características de Localización: Estas consideran características de distinta índole, como ambientales, geográficas, económicas, etc. no directamente relacionadas con el vecindario en el que se encuentra la vivienda; las más utilizadas son la distancia

al Centro de Negocios (CBD), contar con una vista a un lago o aun río, las condiciones de tráfico, contaminación, entre otras.

El uso de las distintas características en general, bajo el modelo de Tiebout, permite realizar un análisis sistemático del mercado de la vivienda ya que no exige restricción teórica alguna para la entrada de variables que expliquen el precio de la misma. [Caridad y Brañas (1999)]

## 4.- Marco Empírico.

### 4.1.- Fuentes de Información y obtención de variables.

Los datos utilizados en esta investigación corresponden a 139 viviendas ubicadas en tres municipios del Área Metropolitana de Monterrey (AMM): Guadalupe, Monterrey y San Nicolás de los Garza. En el Cuadro 4.1 se presentan las variables a utilizar y una breve definición para cada una de ellas.

**Cuadro 4.1.- Nombre de Variables, Definiciones, Clasificación y Signo esperado.\***

<b>Nombre Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Signo** Esperado</b>
Precio	Precio de la Vivienda en pesos corrientes del año 2005	
<b>Características Estructurales</b>		
Construcción	Tamaño de la vivienda en m <sup>2</sup> de construcción.	+
Terreno	Extensión en m <sup>2</sup> del terreno donde se encuentra la vivienda.	+
Baños	Número total de baños en la vivienda.	+
Recámaras	Número de recámaras en la vivienda.	+
Plantas	Número de plantas o niveles de la vivienda.	+
Cochera	Tamaño de la cochera de la vivienda medida en número de automóviles.	+
<b>Características del Vecindario</b>		
DCementerio	Distancia en metros al Cementerio más cercano a la vivienda.	+
DHospital	Distancia en metros al Hospital más cercano a la vivienda.	¿?
DParque	Distancia en metros al Parque o Plaza más cercana a la vivienda.	-
DTemplo	Distancia en metros al Templo más cercano a la vivienda.	-
DEscuela	Distancia en metros a la Escuela más cercana a la vivienda.	-
DMercado	Distancia en metros al Centro Comercial más cercano a la vivienda.	-
DVialidad	Distancia en metros a la Vialidad importante más cercana a la vivienda.	-
Menores12	Proporción de habitantes menores de 12 años en la manzana donde se ubica la vivienda.	¿?
Densidad	Personas por m <sup>2</sup> en la manzana donde se ubica la vivienda	-
Escolaridad	Escolaridad promedio en años del Jefe de Hogar en la manzana donde se ubica la vivienda.	+
<b>Características de Localización</b>		
DMunicipio	Distancia en metros al Palacio Municipal al que pertenece la vivienda.	-
Contaminación	Índice de Contaminación para partículas menores a 10 micras (PM10).	-

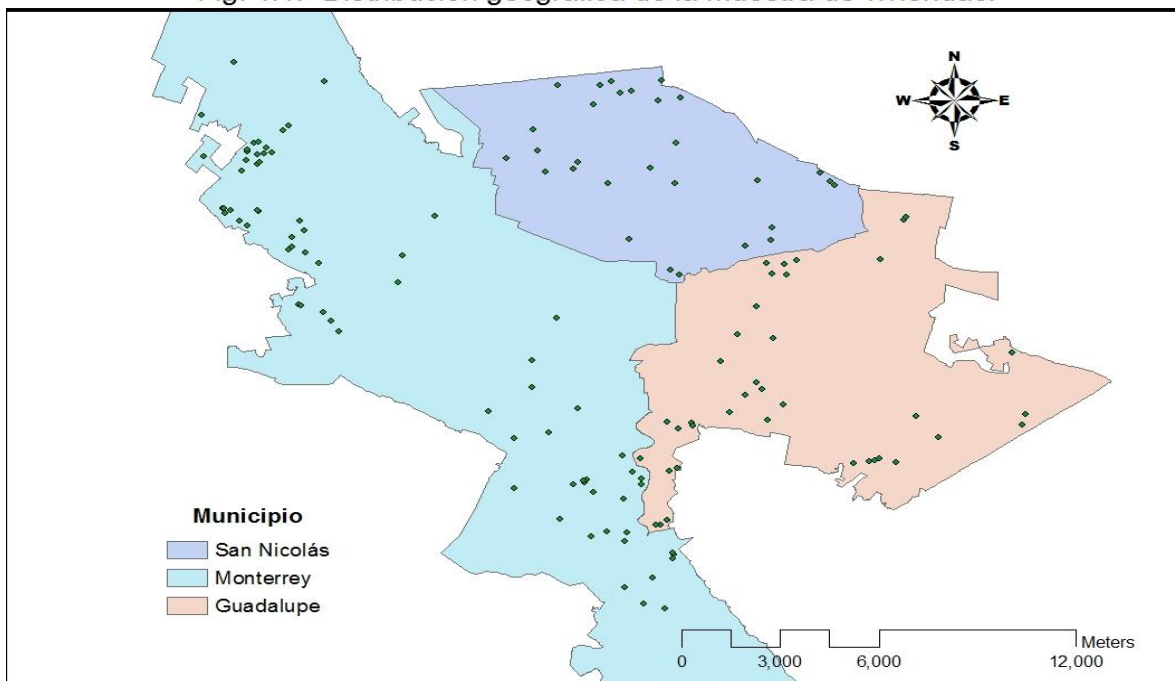
\* Algunas de las variables aquí definidas pueden sufrir cambios para la estimación posterior, seguir texto para detalles.

\*\* El signo esperado está en función de los estudios previos de precios hedónicos para la vivienda. Wen et al. (2005) presenta una lista bastante completa sobre los mismos.

El precio, la dirección de la vivienda y las características estructurales se obtuvieron del periódico “El Norte” durante los meses de julio y agosto del año 2005, en algunas ocasiones fue necesario complementar esta información a través de vía telefónica con sus anunciantes. En el caso de las características del vecindario y de localización, se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) <sup>4</sup> y el Censo de Población y Vivienda 2005 (INEGI) para el estado de Nuevo León.

En un primer paso se ubican geográficamente las viviendas en los tres municipios de estudio con base en sus direcciones (Fig. 4.1). Posteriormente se obtienen las distancias lineales que guardan las viviendas con los puntos de interés más cercanos como parques, templos, hospitales, etc., los cuales vienen previamente localizados sobre la Cartografía Geoestadística Urbana del Censo de Población y Vivienda 2005 (ejemplo en Fig. 4.2).

Fig. 4.1.- Distribución geográfica de la muestra de viviendas.



Fuente: Elaboración propia con base en la Cartografía Geoestadística Urbana e información de la muestra.

<sup>4</sup> El SIG utilizado es el ArcGIS 9.2, un software de la empresa Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI).

Fig. 4.2.- Viviendas y puntos de interés en el municipio de Guadalupe, N.L.



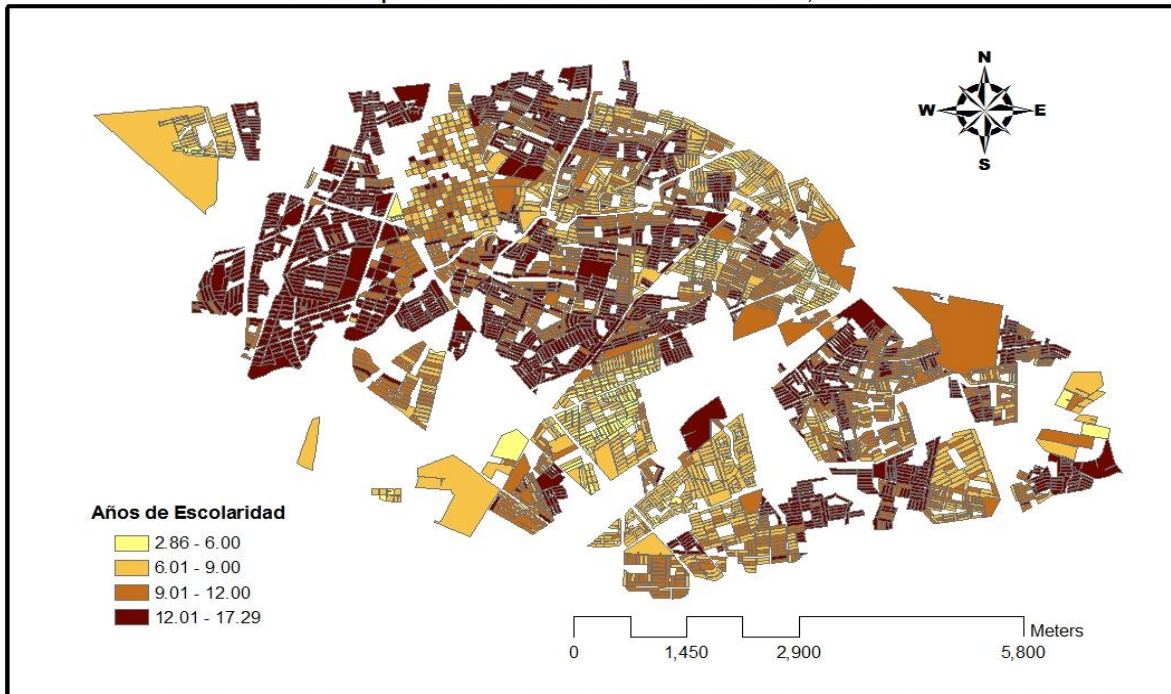
Fuente: Elaboración propia con base en la Cartografía Geoestadística Urbana e información de la muestra.

Para obtener las características del entorno social del vecindario se requirió del desglose a nivel de manzana de la información del Censo de Población y Vivienda 2005, para después georeferenciarla a su manzana correspondiente en la cartografía a través del SIG. La característica del entorno social del vecindario asociada a cada vivienda corresponde a la de la manzana en la que ésta se encuentra, es decir, se considera a cada una de las viviendas de la muestra como la vivienda promedio de la manzana. La característica “*Densidad*” corresponde a la razón del total de habitantes en la manzana y el área en  $m^2$  de la misma, mientras que “*Menores12*” indica la razón de niños menores de 12 años y el total de habitantes en la manzana. En el caso de la variable “*Escolaridad*” se utilizó la información para los jefes de hogar, ya que son ellos los que reflejan las preferencias por las características de la vivienda (ejemplo en Fig. 4.3). Finalmente en esta clasificación, se trazaron en la cartografía las vialidades importantes y vías rápidas de la



Guía Roji 2005, y se le asignó a cada vivienda la distancia más cercana entre ambas opciones para conformar la variable “*DVialidad*”.

Fig. 4.3.- Escolaridad promedio del Jefe de Hogar por manzana en el municipio de San Nicolás de los Garza, N. L.



Fuente: Elaboración propia con base en la Cartografía Geoestadística Urbana y Conteo 2005 (INEGI).

En lo referente a las características de localización, el valor asignado de “*Contaminación*” a cada vivienda corresponde al índice reportado por la estación de monitoreo ambiental más cercana a la vivienda, por lo cual algunas viviendas toman índices de contaminación correspondientes a estaciones ubicadas en otro municipio. Por último, se agregan a esta clasificación dos variables dicotómicas (dummies), “*Gpe*” y “*SanN*”, indicando si la vivienda está ubicada en el municipio de Guadalupe o de San Nicolás, dejando como referencia al municipio de Monterrey.

#### 4.2.- Estadísticas Descriptivas.

En el Cuadro 4.2 se muestran los estadísticos descriptivos de la base de datos para un total de 139 observaciones. La vivienda media de la muestra tiene un precio de \$1,294,856 , con 206 y 165 metros cuadrados de construcción y terreno respectivamente, además cuenta con 2.5 baños, 3 recámaras, 2 plantas y prácticamente sin cochera; considerando algunos de los valores medianos de estas características se optó por medir sus efectos a través de variable dummies para el caso de recámaras y cochera. Siguiendo con la descripción de la vivienda media, entre otras cosas, ésta se encuentra ubicada en un vecindario donde el 20% de sus habitantes son niños menores de 12 años, con una densidad<sup>5</sup> de alrededor de 18,000 habitantes por  $Km^2$  y con una escolaridad promedio de 13.5 años por jefe de hogar.

**Cuadro 4.2.- Estadísticos Descriptivos\***

<i>Variable</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Desv. Est.</i>
<i>Precio</i>	1,294,856.000	1,015,000.000	5,500,000.000	240,000.000	950,363.200
<i>Construcción</i>	206.043	178.000	1,050.000	55.000	138.459
<i>Terreno</i>	165.027	140.000	800.000	47.000	95.608
<i>Baños</i>	2.543	2.500	6.000	1.000	1.225
<i>Recámaras</i>	3.022	3.000	5.000	1.000	0.785
<i>Plantas</i>	1.871	2.000	3.000	1.000	0.448
<i>Cochera</i>	0.259	0.000	4.000	0.000	0.652
<i>DCementerio</i>	2,587.866	2,556.823	6,150.269	400.344	1,200.232
<i>DHospital</i>	880.881	763.431	3,536.221	60.197	613.479
<i>DParque</i>	263.764	244.708	1,214.613	36.734	172.603
<i>DTemplo</i>	433.732	374.707	1,661.636	38.032	303.178
<i>DEscuela</i>	276.286	226.574	1,048.621	47.114	166.576
<i>DMercado</i>	1,191.761	1,030.246	4,848.148	177.328	847.602
<i>DVialidad</i>	432.054	337.205	1,826.626	32.254	335.792
<i>Menores12</i>	0.200	0.190	0.413	0.000	0.094
<i>Densidad</i>	0.018	0.016	0.042	0.002	0.009
<i>Escolaridad</i>	13.471	14.060	17.470	5.670	2.581
<i>DMunicipio</i>	6,165.256	6,030.983	13,940.730	375.160	3,350.848
<i>Contaminación</i>	102.662	109.000	132.000	81.000	20.846

\*Un total de 139 observaciones para tres municipios del AMM. Ver Cuadro 1 para definiciones.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>5</sup> Para facilitar la interpretación sólo aquí se hizo la conversión a personas por  $Km^2$ .

#### **4.3.- Limitaciones del modelo.**

Antes de pasar a las estimaciones convendría hacer algunas observaciones a las limitaciones del modelo general de precios hedónicos, las cuales afectarán nuestro modelo de vivienda.

Como se ha comentado, la estimación del modelo original de Rosen (1974) consta de dos etapas. En la primera etapa se lleva a cabo una regresión del precio de la vivienda en relación a sus características, donde la derivada parcial respecto a cada una de ellas se interpreta como su precio marginal implícito, después en la segunda etapa estos precios implícitos estimados son usados para estimar las demandas inversas de las características. A este respecto, ya en la década de los ochenta Brown y Rosen (1982) advierten de algunas limitaciones del modelo original de Rosen (1974) que podrían dar lugar a problemas de identificación. Ellos afirman que cualquier nueva información que puedan proporcionar los precios marginales de los atributos (en la segunda etapa del modelo) sólo puede venir de las restricciones “*a priori*” tomadas para su forma funcional, es decir, sin esas restricciones la única información que estos proporcionan es la obtenida en la primera etapa, la del precio marginal para la característica de interés. Bartik (1987) argumenta que el problema de identificación es causado por la endogeneidad de precios y cantidades con una restricción presupuestaria no lineal, y encuentra la posibilidad de solucionar este problema mediante la utilización de instrumentos que exógenamente cambien la restricción presupuestaria; el problema para la investigación empírica, concluye Bartik, será encontrar los instrumentos cuya exogeneidad se pueda defender con cierta credibilidad.

Los estudios posteriores han logrado superar estas limitaciones empíricamente mediante la utilización de datos de varios mercados, o a través del tiempo, lo que ha

permitido la identificación de las funciones de demanda en la segunda etapa del modelo.<sup>6</sup> En nuestro caso se cuenta con pocas observaciones para dividir la muestra entre mercados, además de un único periodo muestral que impide hacer alguna distinción en el tiempo, por ende, nos limitaremos a llevar acabo sólo la primera etapa del modelo.

A manera de resumen de este apartado, en el Cuadro 4.3 se presentan las transformaciones y las nuevas variables que serán incluidas en el modelo.

**Cuadro 4.3.- Nuevas Variables y sus definiciones.**

Original	Nueva Variable	Definición
<b>Características Estructurales</b>		
Recámaras	Recámaras 1 y 2	Dummie de 1 o 2 recamaras en la vivienda.
	Recámaras 4 y 5	Dummie de 4 o 5 recamaras en la vivienda.
Cochera	Cochera1	Dummie de existencia de cochera en la vivienda.
<b>Características de Localización</b>		
	Gpe	Dummie de ubicación de la vivienda en el municipio de Guadalupe.
	SanN	Dummie de ubicación de la vivienda en el municipio de San Nicolás de los Garza.

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.4.- Consideraciones previas a la estimación: Multicolinealidad.**

Una vez determinado estimar sólo la primera etapa del modelo, empezaremos por analizar el grado de relación lineal existente entre las variables explicativas para prevenir problemas de multicolinealidad en el modelo de regresión. Aunque no existe como tal un estadístico que nos permita detectar éste problema, es posible obtener información sobre sus efectos en un modelo a través de algunos procedimientos

<sup>6</sup> Consultar Bilbao C. (2004) para una exposición detallada de la estimación de la segunda etapa del modelo a través de una distinción entre mercados.

prácticos como el Factor de Agrandamiento de la Varianza (FAV)<sup>7</sup> o el Número de Condición<sup>8</sup>.

Considerando el primer procedimiento, se establece que existen problemas graves de multicolinealidad cuando el FAV toma un valor superior a 10, ya que implica un  $R_j^2 > 0.90$  respecto a las demás variables del modelo. En el Cuadro 4.4 se muestran los valores FAV para los coeficientes del modelo.

**Cuadro 4.4. - Estadístico de colinealidad (a).\***

Variable	FAV
Construcción	8.770
Terreno	7.906
Baños	4.076
DMunicipio	2.288

\*Se muestran las variables cuyo FAV > 2

Fuente: Elaboración propia.

Los valores obtenidos para el FAV nos arrojan indicios importantes de colinealidad sobre algunas de las características estructurales de la vivienda, “Construcción”, “Baños” y “Terreno”, lo cual era de esperarse dado que algunos estudios deciden incluir la menor cantidad de variables estructurales debido a que se encuentran muy correlacionadas entre sí. Basándonos en la matriz de correlación de las variables, se optó por excluir las variables “Baño” y “Terreno” dado el alto grado de correlación que guardan con la variable “Construcción”<sup>9</sup>, dejando esta ú

En el Cuadro 4.5 se presentan los valores FAV después de las consideraciones anteriores.

<sup>7</sup>  $FAV(\hat{\beta}_j)$  es la razón entre la varianza observada y la que habría en caso de que  $z_j$  no estuviera correlacionada con las demás variables explicativas del modelo, es decir, muestra en que medida se “infla” la varianza del estimador debido a la no ortogonalidad de las variables explicativas. La expresión para el FAV es:  $FAV(\hat{\beta}_j) = \frac{1}{1-R_j^2}$ . Uriel (2004).

<sup>8</sup> El número de condición,  $k(X)$ , es igual a la raíz cuadrada de la razón entre la raíz característica más grande ( $\lambda_{max}$ ) y la raíz característica más pequeña ( $\lambda_{min}$ ) de la matriz  $X'X$ , es decir,  $k(X) = \sqrt{\lambda_{max}/\lambda_{min}}$ . El  $k(X)$  mide la sensibilidad de las estimaciones mínimo cuadráticas ante pequeños cambios en los datos. Uriel (2004).

<sup>9</sup> Ver Matriz de Correlaciones en Anexo, Cuadro 7.1.

**Cuadro 4.5.- Estadístico de colinealidad (b).\***

Variable	FAV
<i>DMunicipio</i>	2.110
<i>Construcción</i>	1.806
<i>DHospital</i>	1.634
<i>DMercado</i>	1.628
<i>DTemplo</i>	1.552
<i>DCementerio</i>	1.516

\* Se muestran las variables con mayor valor FAV.

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que los valores FAV han disminuido y se han alejado bastante del valor crítico de 10, por lo tanto podemos descartar algún problema de multicolinealidad a la hora de estimar nuestro modelo de regresión.

#### **4.5.- Selección de la Forma Funcional del Modelo.**

Aunque la mejor forma funcional “*a priori*” del modelo de precios hedónicos no existe, regularmente se emplean especificaciones lineales, log-lineal y log-log. Esto se debe a que la elección de la mejor forma funcional depende de la etapa empírica del modelo, es decir, de la elección de un modelo que presente el mejor ajuste a la muestra de datos.

Entre algunas de las alternativas que se utilizan para llegar a la “mejor” forma funcional se encuentran la inspección gráfica, la comparación de coeficientes de determinación ajustado ( $R^2$  ajustado), o la comparación de criterios informativos como el Akaike (AIC) o el Schwarz (SC)<sup>10</sup>, entre otros. Para nuestro modelo de vivienda utilizaremos los tres últimos criterios mencionados a fin de evaluar diferentes formas funcionales y elegir aquella que presente un mejor ajuste. El Cuadro 4.6 muestra los valores

<sup>10</sup> El Criterio de información Akaike y el criterio de Schwarz, son dos estadísticos que sirven para analizar la capacidad explicativa de un modelo y permiten realizar comparaciones a este respecto entre modelos anidados. La definición de cada uno de ellos es:

$$AIC = -\frac{2l}{T} + \frac{2(K+1)}{T}, \quad SC = -\frac{2l}{T} + \frac{(k+1) \log(\frac{l}{T})}{T}. \quad [\text{Carrascal et al. (2001)}]$$

El mejor modelo tenderá a mostrar menores valores para ambos criterios.

para cada criterio utilizando el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y la totalidad de las variables de la muestra.

**Cuadro 4.6.- Criterios de selección de la Forma Funcional para el Modelo de Vivienda.<sup>®</sup>**

Forma Funcional	$R^2$ ajustado	Criterio Akaike (AIC)	Criterio Schwarz (SC)
<i>Lineal-Lineal*</i>	0.851	28.593	29.018
<i>Lineal-Logarítmica (a)</i>	0.793	28.935	29.362
<i>Lineal-Logarítmica (b)*</i>	0.847	28.621	29.043
<i>Lineal-Logarítmica (c)*</i>	0.845	28.646	29.072
<i>Lineal-Logarítmica (d)*</i>	0.799	28.906	29.333
<i>Logarítmica-Lineal*</i>	0.862	0.320	0.742
<i>Logarítmica-Logarítmica (a)*</i>	0.881	0.191	0.617
<i>Logarítmica-Logarítmica (b)*</i>	0.855	0.369	0.791
<i>Logarítmica-Logarítmica (c)*</i>	0.855	0.386	0.812
<i>Logarítmica-Logarítmica (d)*</i>	0.889	0.116	0.543

<sup>®</sup> El Precio de la vivienda es la variable dependiente, lineal o logaritmo de la misma según se indica.

\*Modelo corregido por heteroscedasticidad: Estimación con la matriz de varianzas y covarianzas de White.

(a) Logaritmo de todas las variables independientes.

(b) Logaritmo de las variables independientes de distancia (medidas en metros).

(c) Logaritmo de las variables de tipo social ("Escolaridad", "Menores12" y "Densidad").

(d) Únicamente logaritmo de "Menores12" y "Construcción".

Fuente: Elaboración propia.

En base a los criterios establecidos, un mayor  $R^2$  ajustado y menores valores para los criterios AIC y SC, se aprecia que el modelo econométrico con un mejor ajuste es el modelo log-log versión (d)<sup>11</sup>, correspondiente a la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 \log(\text{Precio}) = & \beta_0 + \beta_1 \log(\text{Construcción}) + \beta_2 \text{Recámaras } 1y2 + \beta_3 \text{Recámaras } 4y5 \\
 & + \beta_4 \text{Cochera1} + \beta_5 \text{Plantas} + \beta_6 \text{DCementerio} + \beta_7 \text{DHospital} + \beta_8 \text{DParque} \\
 & + \beta_9 \text{DTemplo} + \beta_{10} \text{DEscuela} + \beta_{11} \text{DMercado} + \beta_{12} \text{DVialidad} \\
 & + \beta_{13} \log(\text{Menores12}) + \beta_{14} \text{Densidad} + \beta_{15} \text{Escolaridad} + \beta_{16} \text{DMunicipio} \\
 & + \beta_{17} \text{Contaminación} + \beta_{18} \text{SanN} + \beta_{19} \text{Gpe} + u
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

Una de las ventajas de tener en el modelo las características del vecindario es que permite hacer algunas consideraciones sobre la valoración de distintos puntos de interés,

<sup>11</sup> El Cuadro A.2 de Anexos muestra los resultados de la estimación del modelo.

esto de acuerdo al entorno social donde se ubica la vivienda. Para ello utilizaremos una transformación de las variables del entorno social de la siguiente manera:

$$z_j^\circ = (z_j - \bar{z})/\bar{z} \quad (4.2)$$

donde  $z_j$  es el vector de la característica “j” y “ $\bar{z}$ ” es la media de la muestra de la misma característica. Hacer esta transformación facilita la interpretación, además de disminuir los problemas de colinealidad que puedan presentarse. Como se indica, las variables transformadas desde ahora serán indicadas como: *Densidad*<sup>°</sup>, *Escolaridad*<sup>°</sup> y *Menores12*<sup>°</sup>. Después se llevan a cabo todas las posibles interacciones a través de la simple multiplicación con las características de distancias, referentes a puntos de interés, y las incluimos en el modelo correspondiente a la expresión (4.1) para posteriormente estimarlas.

Una vez estimadas cada una de estas interacciones en el modelo se incluirán en un nuevo modelo sólo aquellas variables, interacciones o no, que fueron significativas; aunque cabe mencionar que si una interacción es significativa pero no una de sus “partes”, ambas entran en el modelo para captar el verdadero efecto de la interacción. El nuevo modelo a estimar corresponde a la expresión (4.3) y los resultados de su estimación se presentan en el Cuadro 4.7.

$$\begin{aligned} \log(\text{Precio}) = & \beta_0 + \beta_1 \log(\text{Construcción}) + \beta_2 \text{Recámaras } 1y2 + \beta_3 \text{Recámaras } 4y5 \\ & + \beta_4 \text{Cochera1} + \beta_5 \text{Plantas} + \beta_6 \text{DHospital} + \beta_7 \text{DParque} + \beta_8 \text{DTemplo} \\ & + \beta_9 \text{DVialidad} + \beta_{10} \log(\text{Menores12}) + \beta_{11} \text{Densidad} + \beta_{12} \text{Escolaridad} \\ & + \beta_{13} \text{Densidad}^\circ * \text{DParque} + \beta_{14} \text{Escolaridad}^\circ * \text{DVialidad} \\ & + \beta_{15} \text{DMunicipio} + \beta_{16} \text{SanN} + \beta_{17} \text{Gpe} + u \end{aligned} \quad (4.3)$$



**Cuadro 4.7.- Resultados de la estimación del modelo con interacciones.**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Error Est.</b>
Constante	8.5215 ***	0.42718
<b>Características Estructurales</b>		
Log (Construcción)	0.81986 ***	0.05994
Recámaras 1 y 2	-0.15934 **	0.06904
Recámaras 4 y 5	-0.13973 **	0.07158
Plantas	0.11954 **	0.05403
Cochera1	0.08664 *	0.05277
<b>Características de Vecindario</b>		
DHospital	0.00011 ***	0.00003
DParque	-0.00027 **	0.00012
DTemplo	0.00027 ***	0.00007
DVialidad	-0.00021 ***	0.00006
Densidad	1.45613	5.18264
Log (Menores12)	-0.07952 *	0.04876
Escolaridad	0.06478 ***	0.01525
Escolaridad° x DVialidad	-0.00105 **	0.00048
Densidad° x DParque	-0.00049 *	0.00027
<b>Características de Localización</b>		
DMunicipio	-0.00001 *	0.000008
SanN	-0.19816 ***	0.07413
Gpe	-0.24455 ***	0.06987

Nota: Variable dependiente, log (Precio).

Criterios:  $R^2_{adj.} = 0.898$  ,  $AIC = 0.019$  ,  $SC = 0.403$

\*Significativo al 90%, \*\*Significativo al 95%, \*\*\*Significativo al 99%.

#### 4.6.- Resultados.

En términos generales, el modelo estimado para el mercado de viviendas resultó con una elevada capacidad explicativa ya que las características seleccionadas explican casi el 90% de la varianza del precio de la vivienda. De un total de 17 variables, 12 resultaron ser significativos al menos al 95%, lo que comprueba la existencia de un mercado “implícito” para cada una de las características de la vivienda.

En cuanto a los coeficientes de cada variable, éstos representan las semielasticidades del precio respecto a cada una de las características de la vivienda, salvo los coeficientes de “Construcción” y “Menores12” que son directamente una elasticidad. A fin de facilitar la

interpretación de estos coeficientes, el siguiente cuadro presenta en forma porcentual los efectos sobre el precio de la vivienda.<sup>12</sup>

**Cuadro 4.8.- Efectos (%) sobre el precio de la vivienda.\***

<b>Característica</b>	<b>Efecto (%)</b>
<b>Características Estructurales</b>	
Construcción	0.81986
Recámaras 1 y 2	-14.72987
Recámaras 4 y 5	-13.04096
Plantas	12.69828
Cochera1	9.05094
<b>Características de Vecindario</b>	
DHospital	0.01160
DParque	-0.02739
DTemplo	0.02780
DVialidad	-0.02169
Menores12	-0.07953
Escolaridad	6.69285
Escolaridad° x DVialidad	-0.10544
Densidad° x DParque	-0.04968
<b>Características de Localización</b>	
DMunicipio	-0.00142
SanN	-17.97613
Gpe	-21.69447

\* Únicamente coeficientes significativos. Ver detalles en texto para su interpretación.  
Fuente: Elaboración propia.

Todos los coeficientes estimados para las características estructurales de la vivienda resultaron ser significativos y con el signo esperado. El precio de la vivienda sube 0.81% cuando se incrementa en 1% su tamaño (en  $m^2$  de construcción), un incremento de alrededor de 12% con una planta adicional, y del 9% si la vivienda cuenta con cochera. Las dummies de esta clasificación revelan que la vivienda preferida o ideal es aquella que cuenta con tres recamaras, algo lógico de suponer si es comparada con una vivienda de 1 o 2 recamaras (aprox. 15% menos), pero no tanto con una vivienda con un número mayor de ellas (aprox. 13% menos). La explicación puede encontrarse en que una vez que

<sup>12</sup> En el caso de la semielasticidades, el cambio porcentual exacto en el precio de la vivienda se obtiene a través de la expresión:  $\% \hat{\Delta} Precio = 100 * [\exp(\hat{\beta}_x) - 1]$ . Wooldridge (2001)

controlamos por los  $m^2$  de construcción, una valoración negativa por un mayor número de recamaras puede reflejar un menor tamaño de las mismas, o que ocupen  $m^2$  de construcción originalmente no diseñados para ese fin.

En cuanto a las características del vecindario, el valor de la vivienda promedio disminuye en 0.027% y 0.021% conforme se incrementa en un metro la distancia a un parque o a una vialidad importante, respectivamente. Tal vez estos efectos parezcan muy pequeños pero si consideramos que una vivienda se localiza enfrente o a una calle de un parque, multiplicar estos efectos por 100 nos daría una idea del efecto aproximado por cada calle de distancia sobre el precio de la vivienda. Por otro lado, el precio de la vivienda aumenta en 0.01% por cada metro adicional de distancia hacia un hospital e igualmente en 0.02% por distancia a un templo. Esto implica que en promedio se prefiere o se valora mayormente la vivienda cercana a parques y vialidades importantes, pero al mismo tiempo con cierto distanciamiento de lugares como hospitales y templos. Particularmente el efecto para hospitales es distinto a lo encontrado por López (2006) al tomar en cuenta la totalidad del área metropolitana, aunque similar en su análisis por municipio para el caso de Monterrey.

Continuando en la misma clasificación, las características de tipo social y sus interacciones muestran resultados interesantes para la valoración de las características de la vivienda según el entorno del vecindario. Por un lado, características como la escolaridad y la proporción de niños en el vecindario comprueban que la elección de una vivienda o su ubicación también responden a connotaciones de tipo social, ya que vecindarios con mayor escolaridad parecen ser más “atractivos” con un año adicional de escolaridad promedio del jefe de hogar, esto a través de un incremento del 6% sobre el precio de la vivienda; y en el mismo sentido, el precio de una vivienda disminuye en 0.07% al incrementarse en 1% la

proporción de niños en el vecindario. Por otro lado, en vecindarios donde la densidad de población rebase la densidad media, 18,000 habitantes por  $Km^2$ , el precio de la vivienda disminuye en aprox. 0.05% por cada metro adicional de distancia a un parque. Esto representa un efecto 1.81 veces mayor que el efecto por sí solo de la distancia al mismo punto. De igual forma, en vecindarios donde la escolaridad de los jefes de hogar supere los 13.5 años, el efecto de un metro adicional de distancia a una vialidad importante es 4 veces mayor en promedio que los demás vecindarios, con una disminución del precio de la vivienda del 0.10% por metro de distancia.

Dentro de las características de localización, el precio de la vivienda disminuye en 0.001% conforme se incrementa en un metro la distancia al Palacio Municipal al que corresponde la vivienda. Considerando al Palacio Municipal y sus alrededores como un lugar en el que se desarrollan las actividades administrativas, comerciales, culturales, etc., la significancia de esta variable indica la existencia de una estructura urbana multicéntrica para parte del área metropolitana, contrario a una estructura monocéntrica encontrada en López (2006) con punto central en la Macroplaza de Monterrey para la totalidad del AMM.

Por último, el municipio donde se encuentra la vivienda resultó tener un efecto bastante alto sobre el precio de la misma. En el municipio Guadalupe, la vivienda promedio presenta una disminución en su precio del 21% en comparación con una vivienda en las mismas condiciones ubicada en el municipio de Monterrey; mientras que en el caso del municipio de San Nicolás de los Garza, la disminución en el precio de la vivienda es de alrededor del 18%.

## 5.- Conclusiones.

---

El presente trabajo llevó a cabo una aplicación del modelo de precios hedónicos al mercado de la vivienda en tres municipios del Área Metropolitana de Monterrey, a saber: Monterrey, San Nicolás de los Garza y el municipio de Guadalupe. La estimación consistió en la primera etapa del modelo de Rosen (1974) comprobando la existencia de un mercado “implícito” para cada una de las características de la vivienda.

El análisis de los resultados permite obtener tres importantes conclusiones. En primer lugar, la vivienda “preferida” es aquella que cuenta con tres recámaras y cochera, tiene un parque y una vialidad importante cercanos, y guarda cierta distancia respecto a un hospital y un templo. De igual forma, se prefieren vecindarios donde se tenga un mayor nivel de educación y una menor cantidad de niños, comprobando que la elección de una vivienda o su ubicación también responden a connotaciones de tipo social, algo no considerado en los estudios anteriores para el AMM.

En segundo lugar y en relación con la anterior, las valoraciones de las características de la vivienda son distintas dependiendo del entorno social del vecindario. Por ejemplo, en vecindarios donde la densidad de habitantes esté por encima de la media, la valoración por la cercanía a un parque es mayor que la valoración por sí sola sin considerar su entorno, el resultado es similar para vecindarios con mayor escolaridad y una vialidad importante, y posiblemente para otras características no consideradas en esta investigación. Esto tiene profundas implicaciones para los desarrolladores de zonas habitacionales o funcionarios de obras públicas, ya que para los primeros esta información hace posible optimizar el precio

de la vivienda dependiendo el segmento del mercado al que va dirigido el desarrollo, y en los segundos, permite ubicar la construcción o mejora de obras públicas como parques o plazas donde estas sean mayormente valoradas.

Y por último en tercer lugar, las valoraciones por la cercanía a los centros de los municipios por encima de las inercias hacia el centro tradicional del área metropolitana, revelan la descentralización y promoción de nuevos centros o polos de atracción, aunque el hecho de estar ubicada una vivienda en tales municipios (Guadalupe y San Nicolás) sigue teniendo un impacto sobre el precio de la vivienda bastante desfavorable en relación a las viviendas ubicadas en Monterrey.

Finalmente, y a manera de recomendación para futuros estudios, una de las más grandes limitaciones de este trabajo es el tamaño reducido de la muestra, por lo cual es posible obtener mejores resultados incrementando el número de observaciones, el número de características de la vivienda de tipo socioeconómico, o la inclusión de otro periodo muestral, entre otras cosas, que permitan realizar análisis diferenciados por municipio, por periodos, o por tipo de proyecto inmobiliario. En suma, aun existe una amplia gama de líneas de investigación posibles a través de la metodología de precios hedónicos para el mercado de viviendas, no solo para el Área Metropolitana de Monterrey, sino para cualquier ciudad o área metropolitana del país.

## 6.- Bibliografía.

---

**Alemán, J., Gutiérrez, J. y Gómez, G.** (2008). “Modelo de Detección de Fraude por Sobrevaluación del Valor de la Vivienda”. Sociedad Hipotecaria Federal, S.N.C.

**Anderson, S. y West, S.** (2006). “Open space, residential property values, and spatial context”. *Regional Science and Urban Economics* 36, pp. 773–789.

**Bartik, T.** (1987). “The Estimation of Demand Parametres in Hedonic Price Models”. *The Journal of Political Economy*, Vol. 95, No. 1, pp. 81-88.

**Bastian, C., McLeod, D., Germino, M., Reiners, W. y Blasko, B.** (2002). “Environmental amenities and agricultural land values: a hedonic model using geographic information systems data”. *Ecological Economics* 40, pp. 337–349.

**Bilbao, C.** (2004). “Determinación de la demanda de características de vivienda. Una aplicación para los principales municipios Asturianos”. *Regional and Sectorial Economic Studies*. AEEADE. Vol. 4-2, pp. 117-134.

**Blomquist, G. y Worley, L.** (1981). “Hedonic Prices, Demands for Urban Housing Amenities, and Benefit Estimates”. *Journal of Urban Economics* 9, pp. 212-221.

**Brown, J.N, y Rosen, H.S,** (1982). “On the Estimation of Structural Hedonic Price Models”. *Econometría*, Vol. 50, No. 3, pp. 765-768.

**Caridad, J. y Brañas, P.** (1999). “El precio de la vivienda urbana. La disyuntiva superficie/ubicación: una ampliación”. *I Congreso de Ciencia Regional de Andalucía: Andalucía en el umbral del siglo XXI*. Andalucía, España.

**Carrascal, U., González, Y. y Rodríguez, B.** (2001). Análisis Económico con EViews. Ed. Alfaomega.

**Chávez, R.** (2006). “Monterrey: Una re-visión metropolitana”. Explorando el régimen urbano en México. Un análisis metropolitano. Bassols, M. (Coordinador). Plaza y Valdés, pp.87-123.

**Chinloy, P.** (1977). “Hedonic Price and Depreciation Indexes for Residential Housing: A Longitudinal Approach”. *Journal of Urban Economics* 4, pp. 469-482.

**Clark, D. y Nieves, L.** (1994). “An Interregional Hedonic Analysis of Noxious Facility Impacts on Local Wages and Property Values”. *Journal of Environmental Economics and Management* 27, pp. 235-253.

**Cowling, K. y Cubbin, J.** (1972). “Hedonic Price Indexes for United Kingdom Cars”. *The Economic Journal*, Vol. 82, No. 327, pp. 963-978.

**Dale-Johnson, D.** (1982). “An Alternative Approach to Housing Market Segmentation Using Hedonic Price Data”. *Journal of Urban Economics* 11, pp. 311-332.

**Ellickson, B.** (1979). “Hedonic Theory and the Demand for Cable Television”. *The American Economic Review*, Vol. 69, No. 1, pp. 183-189.

**Epple, D.** (1987). “Hedonic Prices and Implicit Markets: Estimating Demand and Supply Functions for Differentiated Products”. *The Journal of Political Economy*, Vol. 95, No. 1, pp. 59-80.

**Fallis, G. y Smith, L.** (1985). “Price Effects of Rent Control on Controlled and Uncontrolled Rental Housing in Toronto: A Hedonic Index Approach”. *The Canadian Journal of Economics*, Vol. 18, No. 3, pp. 652-659.

**Gayer, T. y Viscusi, K.** (2002). “Housing price responses to newspaper publicity of hazardous waste sites”. *Resource and Energy Economics* 24, pp. 33–51.

**Geoghegan, J., Wainger, L. y Bockstael, N.** (1997). “Spatial landscape indices in a hedonic framework: an ecological economics analysis using GIS”. *Ecological Economics* 23, pp. 251-264.

**Goldman, F. y Grossman, M.** (1978). “The Demand for Pediatric Care: An Hedonic Approach”. *The Journal of Political Economy*, Vol. 86, No. 2, Part 1, pp. 259-280.



**Goodman, A.** (1978). "Hedonic Prices, Price Indices and Housing Markets". *Journal of Urban Economics* 5, pp. 471-484.

**Gould, J. y Lazear, E.** (1989). Microeconomic Theory. Sixth Edition, IRWIN.

**Hallstrom, D. y Smith, K.** (2005). "Market responses to hurricanes". *Journal of Environmental Economics and Management* 50, pp. 541-561.

**Harrison, D. y Rubinfeld, D.** (1978). "Hedonic Housing Prices and the Demand for Clean Air". *Journal of Environmental Economics and Management* 5, pp. 81-102.

**Lancaster, K.** (1966). "A New Approach to Consumer Theory". *The Journal of Political Economy*, Vol. 74, pp. 132-156.

**López, H.** (2006). "Valuación de las características de la vivienda del Área Metropolitana de Monterrey mediante la metodología de precios hedónicos". Tesis de Maestría en Economía, Facultad de Economía, UANL.

**MacDonald, D., White, H., Taube, P. y Huth, W.** (1990). "Flood Hazard Pricing and Insurance Premium Differentials: Evidence from the Housing Market". *The Journal of Risk and Insurance*, Vol. 57, No. 4, pp. 654-663.

**Michaels, R.** (1979). "Hedonic Prices and the Structure of the Digital Computer Industry". *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 27, No. 3, pp. 263-275.

**Morgan, K., Metzen, E. y Johnson, S.** (1979). "An Hedonic Index for Breakfast Cereals". *The Journal of Consumer Research*, Vol. 6, No. 1, pp. 67-75.

**Nelson, J.** (1978). "Residential Choice, Hedonic Prices, and the Demand for Urban Air Quality". *Journal of Urban Economics* 5, pp. 357-369.

**Noland, C.** (1979). "Assessing Hedonic Indexes for Housing". *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 14, No. 4, pp. 783-800.

**Olsen, E.** (1969). "A Competitive Theory of the Housing Market". *The American Economic Review*, Vol. 59, No. 4, Part 1, pp. 612-622.

**Palmquist, R.** (1979). "Hedonic Price and Depreciation Indexes for Residential Housing: A Comment". *Journal of Urban Economics* 6, pp. 267-271.

\_\_\_\_\_ (1984). "Estimating the Demand for the Characteristics of Housing". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 66, No. 3, pp. 394-404.

**Perló, M.** (2001). "Análisis del Comportamiento del Mercado Inmobiliario Habitacional en la Zona Centro de la Ciudad de México". Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, UNAM.

**Rosen, S.** (1974). "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition". *The Journal of Political Economy*, Vol. 82, No. 1, pp. 34-55.

**Scherenberg, E.** (2006). "La Contaminación del aire y el mercado de rentas en el Área Metropolitana de Monterrey". Tesis de Maestría en Economía, Facultad de Economía, UANL.

**Tiebout, C.M.** (1956). "A pure theory of local expenditures". *Journal of Political Economy*, Vol. 64, 416-424.

**Triplett, J.** (1969). "Automobiles and Hedonic Quality Measurement". *The Journal of Political Economy*, Vol. 77, No. 3, pp. 408-417.

**Uriel, E.** (2004). Material Docente de Econometría. Universidad de Navarra, España.

**Wen, H., Jia, S. y Guo, X.** (2005). "Hedonic Price analysis of urban housing: An empirical research on Hangzhou, China". *Journal of Zhejiang University SCI*, 6A (8), pp. 907-914

**Witte, A., Sumka, H., 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*, Vol. 47, No. 5, pp. 1151-1173.

**Zorrilla, B.** (1983). "Precios implícitos de las características de la vivienda en el Área Metropolitana de Monterrey". Tesis de Licenciatura en Economía, Facultad de Economía, UANL.

## 7.- Anexos.

**Cuadro A.1.- Matriz de Correlaciones.\***

	Cons	Ter	Bañ	Pla	R12	R45	Cch	DH	DP	DT	DE	DM	DV	M12	ESC	DEN	DMu	PM10	SanN	Gpe
Cons	1.00																			
Ter	0.91	1.00																		
Bañ	0.76	0.70	1.00																	
Pla	0.18	0.11	0.41	1.00																
R12	-0.40	-0.31	-0.50	-0.33	1.00															
R45	0.45	0.43	0.42	0.23	-0.26	1.00														
Cch	0.10	0.14	0.11	0.05	-0.09	-0.09	1.00													
DH	0.29	0.32	0.23	-0.07	-0.11	-0.04	0.12	1.00												
DP	-0.06	-0.07	-0.07	0.03	-0.01	-0.09	-0.02	0.02	1.00											
DT	0.20	0.18	0.39	0.16	-0.19	-0.04	0.00	0.25	0.18	1.00										
DE	0.02	0.04	0.17	0.15	-0.04	-0.05	-0.03	0.13	0.25	0.45	1.00									
DM	0.14	0.25	0.08	-0.02	-0.06	-0.05	0.07	0.45	0.17	0.24	0.17	1.00								
DV	-0.14	-0.12	-0.06	0.02	0.08	-0.10	-0.09	0.18	0.23	0.28	0.16	0.33	1.00							
M12	-0.33	-0.32	-0.21	0.05	0.04	-0.26	-0.08	-0.05	0.22	0.11	0.09	0.23	0.34	1.00						
ESC	0.26	0.18	0.38	0.28	-0.25	-0.08	0.18	0.26	-0.16	0.40	0.24	0.11	0.00	-0.02	1.00					
DEN	-0.51	-0.51	-0.48	-0.13	0.31	-0.22	-0.20	-0.16	-0.11	-0.13	-0.03	0.01	0.26	0.39	-0.22	1.00				
DMu	-0.17	-0.07	0.03	0.04	0.06	-0.28	-0.04	0.12	0.14	0.18	0.18	0.38	0.20	0.33	0.17	0.08	1.00			
PM10	-0.17	-0.11	0.02	0.13	0.08	-0.14	-0.15	-0.19	-0.02	0.10	0.08	0.17	0.17	0.24	0.14	0.12	0.44	1.00		
SanN	-0.15	-0.22	-0.20	-0.05	0.13	-0.05	-0.14	0.03	-0.16	-0.16	-0.20	-0.15	0.18	0.11	-0.08	0.28	-0.39	0.13	1.00	
Gpe	0.06	0.11	-0.01	-0.08	0.00	0.04	0.02	0.12	0.14	0.11	0.10	0.08	-0.08	0.01	-0.22	0.03	-0.20	-0.60	-0.31	1.00

\* Abreviaturas: Cons=Construcción, Ter=Terreno, Bañ=Baños, Pla=Plantas, R12=Rec1y2, R45=Rec4y5, Cch=Cochera, DH=DHospital, DP=DParque, DT=DTemplo, DE=DEscuela, DM=DMercado, DV=DVialidad, M12=Menores12, ESC=Escolaridad, DEN=Densidad, DMu=DMunicipio, el resto son iguales a la notación del texto.

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro A.2.- Resultados de la estimación del modelo.**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>		<b>Error Est.</b>
Constante	8.94959	***	0.40030
<b>Características Estructurales</b>			
Log (Construcción)	0.79932	***	0.06049
Recámaras 1 y 2	-0.14183	**	0.06474
Recámaras 4 y 5	-0.12348	**	0.06272
Plantas	0.10375	**	0.05341
Cochera1	0.09418		0.06272
<b>Características de Vecindario</b>			
DCementerio	0.00002		0.00002
DHospital	0.00008	**	0.00004
DParque	-0.00033	**	0.00014
DTemplo	0.00024	***	0.00009
DEscuela	0.00001		0.00014
DMercado	-0.00001		0.00003
DVialidad	-0.00015	**	0.00007
Densidad	-6.64101	**	2.99724
Log (Menores12)	-0.11052	**	0.05502
Escolaridad	0.03366	***	0.01062
<b>Características de Localización</b>			
DMunicipio	-0.00001	*	0.000008
SanN	-0.19816	***	0.07413
Gpe	-0.24455	***	0.06987

Nota: Variable dependiente, log (Precio).

Criterios:  $R^2_{adj.} = 0.889$  ,  $AIC = 0.116$  ,  $SC = 0.543$

\*Significativo al 90%, \*\*Significativo al 95%, \*\*\*Significativo al 99%.

## 8.- Índice de Cuadros.

---

<b>Cuadro 4.1.-</b> Nombre de Variables, Definiciones, Clasificación y Signo esperado .....	18
<b>Cuadro 4.2.-</b> Estadísticos Descriptivos .....	22
<b>Cuadro 4.3.-</b> Nuevas Variables y sus definiciones.....	24
<b>Cuadro 4.4. -</b> Estadístico de colinealidad (a) .....	25
<b>Cuadro 4.5.-</b> Estadístico de colinealidad (b) .....	26
<b>Cuadro 4.6.-</b> Criterios de selección de la Forma Funcional para el Modelo de Vivienda .	27
<b>Cuadro 4.7.-</b> Resultados de la Estimación del Modelo con Interacciones .....	29
<b>Cuadro 4.8.-</b> Efectos (%) sobre el precio de la vivienda.....	30

## 9.- Índice de Figuras.

---

**Fig. 4.1.-** Distribución geográfica de la muestra de viviendas ..... 19

**Fig. 4.2.-** Viviendas y puntos de interés en el municipio de Guadalupe, N.L..... 20

**Fig. 4.3.-** Escolaridad promedio del Jefe de Hogar por manzana en el municipio de San Nicolás de los Garza, N.L..... 21