



DEPARTMENT OF ECONOMICS
UNIVERSITY OF MILAN - BICOCCA

WORKING PAPER SERIES

**Le determinanti dei prezzi delle abitazioni:
aspetti microeconomici**

Luca Stanca
No. 143 – July 2008

Dipartimento di Economia Politica
Università degli Studi di Milano - Bicocca
<http://dipeco.economia.unimib.it>

Le determinanti dei prezzi delle abitazioni: aspetti microeconomici

Luca Stanca*

June 2008

Sommario

Questo lavoro presenta una rassegna della letteratura sulle determinanti dei prezzi delle abitazioni a livello microeconomico. Dopo aver discusso le caratteristiche specifiche del mercato delle abitazioni, e le implicazioni per la metodologia di analisi, la prima parte del lavoro esamina l'eterogeneità intrinseca delle abitazioni e i principali approcci per la costruzione di indici dei prezzi delle abitazioni. La seconda parte discute i principali contributi relativi al ruolo dei *neighborhood effects* per la determinazione dei prezzi delle abitazioni. La terza parte esamina la dimensione spaziale, concentrando l'attenzione sugli effetti della posizione sui prezzi delle abitazioni. L'enfasi è posta in modo particolare sugli aspetti metodologici, sui risultati a livello empirico, e sulle relative implicazioni normative.

*Economics Department, University of Milan Bicocca. Piazza dell'Ateneo Nuovo 1, 20126 Milan, Italy. E-mail: luca.stanca@unimib.it

Indice

1	Introduzione	3
2	Aspetti metodologici	4
3	Eterogeneità delle abitazioni e indici dei prezzi	7
3.1	Modelli edonici	8
3.2	Modelli a vendite ripetute	18
3.3	Modelli ibridi	22
4	Caratteristiche del neighborhood	24
4.1	Caratteristiche della popolazione	25
4.2	Qualità dei servizi	26
4.3	Caratteristiche ambientali	28
4.4	Le determinanti dei tassi di crescita dei prezzi	29
5	La dimensione spaziale	31
5.1	Posizione geografica	33
5.2	Eterogeneità spaziale	36
5.3	Modelli per la dipendenza spaziale	38
6	Conclusioni	40
7	Bibliografia	42

1 Introduzione

Negli ultimi decenni la ricerca economica, sia a livello teorico che empirico, ha rivolto una attenzione sempre crescente ai mercati immobiliari, ed in particolare al mercato delle abitazioni. Come conseguenza si è consolidata una vasta letteratura sulle determinanti dei prezzi delle abitazioni. Questa letteratura può essere suddivisa in due grandi filoni. Il primo riguarda gli studi di taglio macroeconomico-finanziario, che concentrano l'attenzione sulla dinamica dei prezzi delle abitazioni *nel corso del tempo* (approccio congiunturale). Questi modelli non tengono conto della intrinseca eterogeneità delle unità immobiliari e della dimensione spaziale, analizzando le determinanti della dinamica temporale di indici di prezzo delle abitazioni definiti per un dato livello di disaggregazione geografica (nazionale, regionale, provinciale, etc.). Il secondo filone si riferisce a studi di taglio microeconomico, che concentrano l'attenzione sulle caratteristiche di eterogeneità e fissità spaziale delle unità immobiliari, analizzando da un lato le *caratteristiche delle abitazioni* quali determinanti dei prezzi (modelli edonici), e dall'altro il ruolo della localizzazione nel determinare la *distribuzione spaziale* dei prezzi degli immobili tra diverse aree geografiche in un dato periodo di riferimento.

Questo lavoro propone una rassegna della letteratura, appartenente al secondo filone, sulle determinanti dei prezzi delle abitazioni a livello microeconomico. L'attenzione viene quindi concentrata sui fattori che determinano le differenze tra i prezzi delle singole abitazioni, o tra gli indici di prezzo relativi a diversi livelli di disaggregazione geografica (quartieri, circoscrizioni, zone amministrative, province, regioni) per un dato istante o intervallo temporale. L'enfasi è posta in modo particolare sugli aspetti metodologici, sui risultati a livello empirico, e sulle relative implicazioni normative.

E' importante sottolineare, infatti, che l'identificazione dei fattori strutturali, territoriali e spaziali che contribuiscono alla determinazione della distribuzione dei prezzi delle abitazioni fornisce importanti indicazioni per la politica economica. In primo luogo, consente di ottenere indici di prezzo, per diversi livelli di aggregazione, che tengano conto in modo appropriato delle differenze nella qualità e nelle caratteristiche delle singole abitazioni. Tali indici consentono di quantificare a livello aggregato gli effetti di variazioni dei prezzi degli immobili sulle scelte e sul benessere delle famiglie. In secondo luogo, la stima del prezzo implicito attribuito dal mercato a ciascuna caratteristica permette di valutare l'impatto di variazioni di singole caratteristiche sul benessere individuale. Questo consente di migliorare la formulazione delle

politiche territoriali, infrastrutturali ed ambientali.

Il lavoro è strutturato come segue. La sezione 2 richiama brevemente le caratteristiche specifiche del mercato delle abitazioni e le conseguenti implicazioni per la metodologia di analisi a livello teorico. I diversi approcci alla modellizzazione dell'eterogeneità intrinseca delle abitazioni, legata alle caratteristiche strutturali degli immobili e alle condizioni contrattuali delle transazioni, sono esaminati nella sezione 3. In particolare, saranno discussi i principali approcci per la costruzione di indici dei prezzi delle abitazioni, quali il metodo edonico, i modelli a vendite ripetute, e i modelli misti, concentrando l'attenzione sia sugli aspetti teorici e metodologici che sugli aspetti applicativi.

La caratteristica di fissità spaziale delle abitazioni implica che la posizione geografica sia una determinante fondamentale dei prezzi nei mercati immobiliari. In generale si possono definire effetti spaziali tutte le caratteristiche associate alla posizione geografica di una abitazione. In particolare, è possibile distinguere tra effetti del vicinato (*neighborhood effects*) e effetti della posizione (*adjacency effects*).¹ Gli effetti del vicinato includono le caratteristiche della zona in cui è ubicata l'abitazione, quali ad esempio le caratteristiche demografiche e socio-economiche, la qualità dei servizi, le caratteristiche ambientali. Il ruolo di questi fattori, ampiamente documentato nella letteratura empirica sui modelli di prezzo edonici, sarà esaminato nella sezione 4. Gli effetti della posizione fanno riferimento alle caratteristiche di natura strettamente spaziale associate alla posizione geografica dell'abitazione, quali la distanza rispetto al centro fisico o economico della città o da specifiche amenità o disamenità, gli spillover spaziali legati alla prossimità o alla contiguità rispetto a specifiche zone. Tali effetti spaziali, oggetto di analisi solo nella letteratura più recente, saranno esaminati nella sezione 5.

2 Aspetti metodologici

Il mercato delle abitazioni presenta una serie di caratteristiche peculiari, comuni in larga misura ad altri settori del mercato immobiliare (uffici, negozi, garage, etc.), che rendono necessario un approccio analitico alla determinazione dei prezzi che vada oltre il modello neoclassico statico di domanda e offerta in un mercato competitivo sotto l'ipotesi di bene omogeneo (cfr.

¹Cfr. Can e Megbolugbe (1997).

Quigley, 1992, Miles, 1995, Kenny, 1998). E' pertanto utile richiamare brevemente tali caratteristiche specifiche del mercato delle abitazioni (cfr. Smith et al., 1988).

In primo luogo, le abitazioni svolgono un *duplice ruolo*: quello di *bene di consumo durevole*, in quanto proprietari e inquilini fruiscono di servizi abitativi nel corso del tempo; e quello di *bene di investimento*, data l'esistenza di un mercato secondario ben sviluppato, che rappresenta una quota elevata della ricchezza delle famiglie. Questa caratteristica distingue le abitazioni non solo dalle attività finanziarie, che di per sè non forniscono alcuna utilità, ma anche dalle attività reali che, a causa della mancanza di un mercato secondario sufficientemente sviluppato, non possono essere oggetto di investimento finanziario. Questa duplice natura implica che la domanda di abitazioni sia il risultato di due tipi di decisioni da parte delle famiglie: scelte di consumo intertemporale di servizi abitativi, e scelte di portafoglio di abitazioni come forma di investimento finanziario. L'analisi di entrambi i tipi di scelta richiede un'ottica intertemporale. E' importante sottolineare inoltre che il duplice ruolo svolto dalle abitazioni implica che il mercato delle abitazioni abbia per oggetto due beni concettualmente distinti: lo stock di abitazioni e il flusso di servizi abitativi. Da questo consegue la coesistenza dei mercati, fortemente interdipendenti, degli acquisti e degli affitti, una delle caratteristiche essenziali del mercato delle abitazioni.

Una seconda caratteristica specifica è l'*elevatezza del costo* di una abitazione rispetto al reddito medio di una famiglia. Questo implica che la domanda di abitazioni sia strettamente legata alle decisioni di risparmio nei periodi precedenti e, soprattutto, alla disponibilità e al costo del credito. Di conseguenza, l'andamento del mercato delle abitazioni è strettamente legato al funzionamento del sistema creditizio. Al contempo, il fatto che le abitazioni stesse vengano utilizzate come collaterale per l'accesso al credito implica che l'andamento del mercato immobiliare abbia importanti ripercussioni sull'attività degli istituti di credito e, più in generale, sulla stabilità del settore finanziario.

In terzo luogo, per quanto riguarda l'offerta di abitazioni, caratteristiche rilevanti sono, da un lato, la lunga *durata del processo produttivo*, e dall'altro la *lunghezza del ciclo di vita* delle abitazioni. Ciò implica a sua volta che il flusso di abitazioni di nuova costruzione sia relativamente limitato rispetto allo stock esistente di abitazioni. Entrambi questi aspetti fanno sì che l'offerta di abitazioni sia sostanzialmente rigida nel breve periodo. Inoltre, il fatto che la disponibilità di terreni edificabili sia limitata implica che, a livello locale,

l'offerta di abitazioni possa essere rigida anche nel lungo periodo.

Il mercato delle abitazioni è inoltre caratterizzato da una quarta caratteristica essenziale: l'elevata *eterogeneità dei beni scambiati*. Ciascuna abitazione è diversa dalle altre per quanto riguarda non solo la tipologia (nuove, recenti, d'epoca), ma anche e soprattutto le caratteristiche intrinseche (superficie, struttura, numero e disposizione dei vani, materiali, servizi accessori, etc.). Questo implica, da un lato, una elevata segmentazione del mercato delle abitazioni in numerosi sotto-settori di mercato distinti, e dall'altro la particolare difficoltà di ottenere appropriati indicatori della dinamica dei prezzi delle abitazioni a livello aggregato.

Infine, una delle più importanti caratteristiche del mercato delle abitazioni consiste nella *fissità spaziale* dei beni scambiati: la localizzazione geografica è una caratteristica di fondamentale importanza per le abitazioni. La distanza di una abitazione dal centro o dai centri urbani, la presenza nella zona di ubicazione di amenità (o disamenità) di tipo infrastrutturale, economico, sociale, ambientale o paesaggistico, costituiscono fattori essenziali nella determinazione dei prezzi delle abitazioni. Questo implica che la posizione geografica, e più in generale la dimensione spaziale, abbiano un ruolo centrale nell'analisi sia teorica che empirica delle determinanti dei prezzi delle abitazioni.²

Se si astrae da queste caratteristiche specifiche, seguendo l'approccio neoclassico standard, la domanda di abitazioni può essere derivata dalle scelte delle famiglie che massimizzano una funzione di utilità che abbia come argomento i servizi abitativi, sotto un vincolo di bilancio che includa il costo dei servizi abitativi, sotto l'ipotesi che esista un bene omogeneo definibile come *servizi abitativi* ed ignorando la dimensione temporale e spaziale. In modo analogo, l'offerta di abitazioni può essere derivata dalle scelte delle imprese che producono servizi abitativi utilizzando lavoro, capitale e terreni. Sotto l'ipotesi di mercato competitivo, è possibile ottenere prezzi e quantità di equilibrio per i servizi abitativi. Un modello neoclassico standard di questo tipo può quindi essere utilizzato per fare analisi di statica comparata e studiare, ad esempio, gli effetti di variazioni del reddito o dei prezzi delle materie prime edilizie sui prezzi di equilibrio.³ Un approccio analogo può essere utilizzato per studiare il mercato degli affitti.

²Il mercato delle abitazioni, e più in generale il mercato immobiliare, sono inoltre caratterizzati dal significativo ruolo svolto dallo stato (cfr. Smith, Rosen e Fallis (1988)).

³Per una rassegna delle analisi empiriche del mercato delle abitazioni basate sul modello neoclassico si vedano De Leeuw (1971) e Quigley (1979).

L'approccio neoclassico alla determinazione dei prezzi, tuttavia, è stato progressivamente modificato ed arricchito per tenere conto delle caratteristiche specifiche dei mercati immobiliari, in generale, e del mercato delle abitazioni in particolare. Il modello di analisi statica uniperiodale è stato quindi esteso per incorporare la natura intertemporale delle scelte delle famiglie e delle imprese, per tenere conto dell'eterogeneità e della fissità spaziale delle unità abitative, e delle caratteristiche specifiche dell'offerta.⁴ Questo processo di arricchimento e diversificazione a livello analitico, insieme alla crescente attenzione rivolta dagli economisti al mercato immobiliare per il ruolo che esso svolge nel determinare la performance macroeconomica e microeconomica, contribuiscono a spiegare la notevole espansione della letteratura sulle determinanti dei prezzi degli immobili negli ultimi decenni.

3 Eterogeneità delle abitazioni e indici dei prezzi

Poichè le abitazioni rappresentano una elevata percentuale della ricchezza delle famiglie, variazioni dei prezzi delle abitazioni hanno importanti conseguenze sulle scelte di consumo e di risparmio e, di conseguenza, sul benessere individuale e l'attività economica a livello aggregato. Pertanto, la costruzione di indici aggregati dei prezzi delle abitazioni, e la possibilità di quantificarne le variazioni nel corso del tempo, è un obiettivo di grande importanza non solo per i diversi attori nei mercati immobiliari e finanziari, ma anche per i responsabili della politica economica. Inoltre, la conoscenza della valutazione attribuita dal mercato alle caratteristiche intrinseche delle abitazioni è un elemento di grande importanza per l'appropriata formulazione di scelte di politica ambientale e urbanistica.

La metodologia per la costruzione di appropriati indici dei prezzi delle abitazioni a livello locale o nazionale è stata oggetto di un ampio dibattito nella letteratura (cfr. e.g. Mark e Goldberg, 1984, Case e Shiller, 1987, Gatzlaff e Ling, 1994, Costello e Watkins, 2002). L'approccio più semplice consiste nell'utilizzare una statistica riassuntiva della tendenza centrale della distribuzione dei prezzi di vendita registrati in un campione di immobili in un dato istante temporale (ad esempio, valori medi o mediani). Applicando

⁴Si veda Smith et al. (1988) per una dettagliata rassegna sull'evoluzione dei modelli teorici dei mercati immobiliari.

la stessa procedura ai campioni (potenzialmente diversi) disponibili in ciascuno dei periodi successivi si può ottenere una serie storica dei prezzi di una abitazione rappresentativa, che può essere trasformata in un indice di prezzo o in una serie di tassi di crescita.⁵ La semplicità di costruzione e la facilità di interpretazione dell'indice di prezzo così ottenuto costituiscono il vantaggio principale di questo tipo di approccio.⁶

Il problema principale dell'utilizzo di valori medi (o mediani) dei prezzi di vendita delle abitazioni quali indicatori dell'andamento del mercato è legato al fatto che le caratteristiche delle unità vendute possono cambiare nel corso del tempo. Ad esempio, se in un dato periodo viene scambiato un elevato numero di abitazioni di alta qualità, il prezzo medio o mediano può aumentare anche se i prezzi delle singole abitazioni rimangono invariati. Analogamente, se la qualità delle abitazioni acquistate migliora nel corso del tempo, il prezzo medio o mediano aumenta, pur restando invariati i prezzi delle singole abitazioni.⁷ Per ovviare a questo tipo di problemi sono stati utilizzati tre principali approcci nella costruzione degli indici dei prezzi delle abitazioni: modelli edonici, modelli a vendite ripetute (*repeat sales*), e modelli ibridi che combinano elementi di entrambi i primi due approcci.

3.1 Modelli edonici

L'approccio edonico alla stima di indici di prezzo, utilizzato originariamente da Court (1939) per misurare l'importanza relativa delle singole caratteristiche per la valutazione complessiva delle automobili,⁸ è divenuto oggetto di grande attenzione nella letteratura sulla costruzione di indici di prezzo, gra-

⁵L'indice pubblicato dalla National Association of Realtors (NAR) si basa sui prezzi mediani di tutte le abitazioni vendute (cfr. Case and Shiller, 1987).

⁶Si vedano Mark e Goldberg (1984), Hosios e Pesando (1991), Crone e Voith (1992) e Gatzlaff e Ling (1994) per una valutazione comparata della performance di questo tipo di approccio.

⁷Case e Shiller (1987) mostrano che i valori mediani delle abitazioni crescono molto più velocemente degli indici costruiti mediante un modello a vendite ripetute in un campione di circa un milione di abitazioni relativo a quattro grandi città americane tra il 1970 e il 1986.

⁸"Passenger cars serve so many diverse purposes that such a single, most important specification can not be found (like rated tonnage in the case of trucks). The simple method is inapplicable, but why not combine several specifications to form a single composite measure?" (Court, 1939, p. 107).

zie soprattutto alla sistematizzazione e alle applicazioni dovute a Griliches (1958, 1961, 1971).⁹

Sul piano teorico, l'utilizzo di funzioni di prezzo edoniche ha trovato una rigorosa fondazione nei lavori di Lancaster (1966) e Rosen (1974). L'approccio edonico si basa sull'ipotesi che un bene possa essere considerato come un insieme di caratteristiche individualmente misurabili dalle quali viene derivata utilità.¹⁰ Se i consumatori ottengono utilità dalle caratteristiche del bene (*hedonics*), il prezzo implicito di equilibrio di ciascuna caratteristica può essere stimato attraverso una regressione multivariata dei prezzi dei beni sulle quantità di ciascuna caratteristica.¹¹

I modelli edonici sono stati utilizzati ampiamente per l'analisi dei mercati di beni caratterizzati da elevata eterogeneità intrinseca. In particolare, sono stati oggetto di numerosissime applicazioni al mercato delle abitazioni per modellare esplicitamente le differenze nelle caratteristiche delle singole unità abitative.¹² L'applicazione dei modelli edonici al mercato delle abitazioni ha avuto tre principali obiettivi: in primo luogo, la costruzione di appropriati indici dei prezzi; in secondo luogo, la determinazione del prezzo attribuito dal mercato alle specifiche caratteristiche delle abitazioni; infine, la valutazione di specifiche unità abitative in assenza di transazioni di mercato. L'approccio edonico è stato utilizzato nella ricerca sui mercati immobiliari in quanto le informazioni che consente di ottenere sulla valutazione delle caratteristiche delle abitazioni e delle zone di ubicazione costituiscono un elemento fondamentale per la formulazione di appropriate scelte di policy in tema di tassazione, attribuzione dei diritti di proprietà, politiche ambientali, territoriali e urbanistiche.

⁹Cfr. Goodman (1998) per una prospettiva storica sulla nascita e lo sviluppo dell'approccio edonico.

¹⁰"It is the properties or the characteristics of the goods from which the utility is derived." (Lancaster, 1966, p. 133)

¹¹"Observed product prices and the specific amounts of characteristics associated with each good define a set of implicit or 'hedonic' prices. [...] Hedonic prices are defined as the implicit prices of attributes and are revealed to economic agents from observed prices of differentiated products and the specific amounts of characteristics associated with them." Rosen (1974, p.34)

¹²Per rassegne sugli aspetti teorici dell'approccio edonico all'analisi dei mercati immobiliari si rimanda a Ball (1973), Follain e Jimenez (1985), Sheppard (1999). Per una discussione metodologica dell'approccio edonico si vedano Griliches (1971), Chinloy (1977), Palmquist (1989, 1991), Thibodeau (1989), Pollakowski et al. (1991), Goodman (1978), Meese e Wallace (1997).

Aspetti teorici

Analiticamente, seguendo Sheppard (1997), i consumatori derivano utilità dal consumo del bene composito abitazione, che incorpora un vettore X di k caratteristiche distinte, e dal consumo di un bene composito Y (tutti gli altri beni):

$$U = U(X, Y, \alpha) \quad (1)$$

dove α indica un vettore di parametri che descrivono le preferenze dei consumatori. Il vincolo di bilancio dei consumatori è determinato dal reddito esogeno R e da una funzione $P(X)$, presa come data, che determina il prezzo delle abitazioni in base alle caratteristiche delle stesse (funzione di prezzo edonica). L'eterogeneità dei consumatori è descritta dalla distribuzione $f(\alpha, R)$.

I consumatori scelgono un vettore di caratteristiche X e un bene composito Y risolvendo il seguente problema di massimizzazione vincolata:

$$\max_{X, Y} U(X, Y, \alpha) \quad \text{s.t.} \quad P(X) + Y \leq R \quad (2)$$

Le condizioni di primo ordine implicano che

$$\frac{U_i}{U_Y} = P_i \quad \forall i \quad (3)$$

dove $U_i = \frac{\partial U}{\partial X_i}$, $U_Y = \frac{\partial U}{\partial Y}$, e $\frac{\partial P}{\partial X_i} = P_i$ indica il prezzo edonico della i -ma caratteristica. In equilibrio il saggio marginale di sostituzione tra ciascuna caratteristica e gli altri beni (il reddito) deve essere uguale al prezzo implicito della caratteristica.

Dalla funzione di utilità (1) si può derivare l'ammontare che il consumatore sarebbe disposto a pagare per una abitazione in funzione delle sue caratteristiche X , del suo reddito R e di un dato livello di utilità U (*bid rent function*):

$$\beta = \beta(X, R, U, \alpha) \quad (4)$$

dove

$$U = U(X, M - \beta, \alpha) \quad (5)$$

La derivata $\frac{\partial \beta}{\partial X_i}$ indica di quanto il consumatore è disposto a variare la spesa per abitazioni quando varia la quantità della i -ma caratteristica, mantenendo invariata la propria utilità.

Differenziando implicitamente (5) e utilizzando le condizioni di primo ordine in (3) si può mostrare che la scelta ottima di una abitazione è caratterizzata dall'uguaglianza tra la valutazione soggettiva dei consumatori ed il prezzo di ciascuna caratteristica:

$$\frac{\partial \beta}{\partial X_i} = P_i \quad \forall i \quad (6)$$

Per quanto riguarda l'offerta, si ipotizza che la funzione di costo dei produttori dipenda dal set di caratteristiche X , dal numero di abitazioni offerte (n) e da un vettore di parametri γ :

$$C = C(X, n, \gamma) \quad (7)$$

L'eterogeneità dei produttori è descritta dalla distribuzione $g(\gamma)$. Ciascun produttore prende come data la funzione di prezzo $P(X)$, e risolve il seguente problema di massimizzazione del profitto:

$$\max_{X, n} P(X) n - C(X, n, \gamma) \quad (8)$$

Le condizioni di primo ordine implicano che il costo marginale di ciascuna caratteristica sia uguale al suo prezzo edonico, e che il costo marginale di costruire una abitazione con il set ottimo di caratteristiche sia uguale al prezzo di mercato delle abitazioni con le stesse caratteristiche:

$$P_i = C_i \quad (9)$$

$$P(X) = C_n \quad (10)$$

Il prezzo unitario che un'impresa è disposta ad accettare per una abitazione con un dato set di caratteristiche, per un dato livello di profitto (*offer rent function*) è dato da:

$$\phi = \phi(X, \pi, \gamma) \quad (11)$$

dove

$$\pi = \phi n - C(X, n, \gamma) \quad (12)$$

e $C_n = \phi$. La derivata $\frac{\partial \phi}{\partial X_i}$ indica di quanto il produttore è disposto a variare il prezzo di una abitazione quando varia la quantità della i -ma caratteristica, mantenendo invariato il proprio profitto.

La scelta ottima del produttore è quindi caratterizzata dall'uguaglianza tra la valutazione soggettiva dei produttori ed il prezzo di ciascuna caratteristica:

$$\frac{\partial \phi}{\partial X_i} = P_i \quad \forall i \quad (13)$$

In equilibrio di mercato, la funzione di prezzo $P(X)$ assicura l'uguaglianza tra domanda e offerta per ogni set di caratteristiche X , e per ciascuna caratteristica vale una condizione di tangenza tra le pendenze delle funzioni di domanda e offerta di consumatori e produttori $\left(\frac{\partial \beta}{\partial X_i} = \frac{\partial \phi}{\partial X_i}\right)$. In generale, la funzione di prezzo edonica di equilibrio dipende dalle caratteristiche dei consumatori, descritte dalla distribuzione $f(\alpha, R)$, e dei produttori, descritte dalla distribuzione $g(\gamma)$, lasciando aperti i problemi relativi alla scelta della forma funzionale e, soprattutto, all'identificazione dei parametri strutturali di domanda e offerta (cfr. Sheppard, 1997).

I coefficienti stimati della funzione di prezzo edonica forniscono quindi una misura del prezzo implicito di equilibrio di ciascuna caratteristica. Il rapporto tra i prezzi di due caratteristiche misura il saggio marginale di sostituzione per i consumatori e al contempo il saggio marginale di trasformazione per i produttori. E' importante osservare, tuttavia, che in assenza di ulteriori ipotesi che consentano di risolvere il problema di identificazione delle funzioni di domanda e di offerta, la stima del prezzo edonico di ciascuna caratteristica e le scelte effettuate non consentono di ottenere informazioni sulle preferenze dei consumatori e sulla tecnologia dei produttori.¹³

Aspetti metodologici

Dal punto di vista applicativo, la stima di una funzione di prezzo edonica richiede che si disponga di un campione di prezzi di vendita in più istanti temporali e di informazioni dettagliate sulle caratteristiche delle singole unità vendute. I prezzi di vendita (P) sono utilizzati come variabile dipendente in una regressione cross-section, utilizzando come variabili esplicative (X) le caratteristiche intrinseche dell'immobile:

$$P = f(X) + \varepsilon \quad (14)$$

¹³“Observed marginal hedonic prices merely connect equilibrium reservation prices and characteristics and reveal little about underlying supply and demand functions” (Rosen, 1974, p. 50)

Gli aspetti considerati generalmente nel vettore X fanno riferimento a caratteristiche strutturali dell'immobile (numero di stanze, dimensione, qualità della costruzione, condizioni generali) e contrattuali della transazione (condizioni del contratto, voci di spesa incluse), indicate con S , caratteristiche dell'area di ubicazione (demografiche, socio-economiche, ambientali), indicate con N , e caratteristiche strettamente geografiche (distanza e accessibilità rispetto al centro della città, contiguità rispetto a determinate aree), indicate con G :

$$P = f(S, N, G) + \varepsilon \quad (15)$$

I parametri stimati, interpretati come prezzi impliciti attribuiti dal mercato alle singole caratteristiche, possono essere applicati ad un set di caratteristiche standard per ottenere un valore che fornisce una stima del prezzo che si sarebbe osservato in assenza di variabilità nelle caratteristiche degli immobili. La valutazione di una specifica unità abitativa può essere ottenuta dall'applicazione dei prezzi impliciti alle caratteristiche dell'abitazione.¹⁴

Si possono distinguere due principali metodi di costruzione dell'indice di prezzo sulla base dell'approccio edonico: modelli basati su una variabile temporale esplicita (ETV) e modelli "strettamente" cross-sezionali (SCS).

L'approccio ETV richiede che siano utilizzati i prezzi di vendita relativi a tutti i periodi e che tra i regressori vengano incluse appropriate variabili dummy temporali:

$$\ln P_{it} = \sum_{j=1}^k \beta_j \ln X_{jit} + \sum_{t=1}^T c_t D_t + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

dove P_{it} è il prezzo di vendita della proprietà i al tempo t , ($i = 1, \dots, n$, e $t = 1, \dots, T$); β_j , ($j = 1, \dots, k$) è un vettore di coefficienti relativi alle caratteristiche strutturali X_{jit} ; c_t rappresenta i coefficienti delle dummy temporali D_t che hanno valore 1 se l'immobile è stato venduto nel periodo t e 0 negli altri casi; ε_{it} è un errore casuale a media nulla e varianza costante. E' importante osservare che questa specificazione assume che i prezzi delle caratteristiche siano costanti nel corso del tempo, e possano essere interpretati come elasticità del prezzo di vendita rispetto a variazioni nella quantità di ciascun attributo.

I coefficienti stimati per le dummy temporali forniscono una stima del livello medio dei prezzi in ciascun periodo, tenendo conto delle differenze tra

¹⁴Un importante esempio di indice basato sul metodo edonico è l'indice delle abitazioni unifamiliari pubblicato negli Stati Uniti dal Bureau of the Census e dal Department of Housing and Urban Development (cfr. Wang e Zorn, 1997).

le singole abitazioni, e forniscono pertanto una misura del logaritmo dell'indice di prezzo cumulativo. Il principale limite di questo approccio è l'ipotesi di invarianza dei prezzi impliciti nel corso del tempo. Se il valore relativo di una data caratteristica cambia nel corso del periodo di riferimento, il metodo ETV comporta stime distorte.

L'approccio SCS fornisce una soluzione a tale problema, in quanto i prezzi impliciti delle caratteristiche sono stimati in regressioni diverse per ciascun periodo temporale, consentendo perciò ai prezzi impliciti di variare nel corso del tempo. Date le stime dei prezzi impliciti delle caratteristiche degli immobili per ciascun periodo è possibile stimare il valore di una unità immobiliare "standard" in ciascun periodo, mantenendo cioè invariato il set di caratteristiche nel corso del tempo (indice con pesi fissi), in modo analogo a quanto avviene nella costruzione dell'indice dei prezzi al consumo. Diversi indici possono essere ottenuti a seconda di quale insieme di caratteristiche sia utilizzato come sistema di pesi (cfr. Costello e Watkins, 2002):

$$P_t^{SCS1} = \frac{\sum_{j=1}^k p_j^t x_j^0}{\sum_{j=1}^k p_j^0 x_j^0} \quad (17)$$

dove x_j^0 rappresenta il livello medio della j - ma caratteristica nell'anno iniziale,

$$P_t^{SCS2} = \frac{\sum_{j=1}^k p_j^t x_j^T}{\sum_{j=1}^k p_j^0 x_j^T} \quad (18)$$

dove x_j^T dove x_j^0 rappresenta il livello medio della j - ma caratteristica nell'anno finale, oppure

$$P_t^{SCS3} = \frac{\sum_{j=1}^k p_j^t x_j^t}{\sum_{j=1}^k p_j^0 x_j^t} \quad (19)$$

dove x_j^t rappresenta il livello medio della j - ma caratteristica nel periodo t .

Il vantaggio principale dell'approccio edonico consiste nella possibilità di utilizzare una quantità di rilevazioni molto elevata, teoricamente di tutto lo stock immobiliare esistente. Questo consente di ridurre significativamente le possibili distorsioni derivanti dalla sistematicità nella composizione del campione di riferimento.

Lo svantaggio principale di tale metodo consiste nel fatto che è particolarmente difficile trovare data set contenenti dettagliate informazioni sulle caratteristiche strutturali e ubicative degli immobili rilevate secondo criteri univoci e accurati. Inoltre, l'omissione di caratteristiche rilevanti e la scelta di una forma funzionale non corretta, oltre alla possibile selettività del campione, possono contribuire alla distorsione della stima dell'indice di prezzo.

Specificazione

Data la natura dell'approccio edonico, basato sulla stima dei prezzi impliciti delle caratteristiche delle abitazioni, l'accuratezza dei risultanti indici di prezzo dipende in modo cruciale dalla corretta specificazione dell'equazione (14), ed in particolare dalla scelta delle variabili esplicative e della forma funzionale, dalla validità delle ipotesi sulla omogeneità dei parametri e dalle proprietà del termine di errore.

La selezione delle caratteristiche strutturali da utilizzare nei modelli di tipo edonico assume particolare importanza a causa del fatto che, come mostrato da Butler (1982) e Ozanne e Malpezzi (1985), le stime dei singoli coefficienti mostrano generalmente una elevata sensibilità rispetto all'omissione di variabili rilevanti. Questo suggerisce che nell'utilizzo dei modelli edonici, mentre i valori previsti per la variabile dipendente possono essere considerati affidabili, le stime dei singoli coefficienti vanno considerate con una certa cautela (cfr. Malpezzi, 2002).

Le principali caratteristiche strutturali delle abitazioni generalmente analizzate sono il numero e la composizione delle stanze, la superficie complessiva, la tipologia (appartamento, multi-livello, etc.), la presenza e il tipo di sistema di riscaldamento e/o di aria condizionata, l'età dell'immobile, la presenza di caratteristiche accessorie (semi-interrato, camino, garage, etc.), la qualità dei materiali e della costruzione, le condizioni generali.

La teoria non fornisce indicazioni precise per la scelta della forma fun-

zionale nella stima di un modello edonico (cfr. Malpezzi, 2002).¹⁵ Le forme funzionali più diffuse sono quella lineare

$$P_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln X_{jit} + \varepsilon_{it} \quad (20)$$

semilogaritmica

$$P_{it} = \exp \left(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{jit} \right) \quad (21)$$

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{jit} + \varepsilon_{it} \quad (22)$$

e logaritmica

$$P_{it} = \exp \left(\beta_0 \prod_{j=1}^k \ln X_{jit}^{\beta_j} \right) \varepsilon_{it} \quad (23)$$

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln X_{jit} + \varepsilon_{it} \quad (24)$$

La specificazione log-lineare, come in (16), è particolarmente diffusa in quanto comporta una serie di vantaggi rispetto alla specificazione lineare. I coefficienti delle singole variabili possono essere interpretati come la variazione percentuale del prezzo in risposta a una variazione unitaria della variabile indipendente. Questa specificazione implica quindi che il prezzo implicito di ciascuna caratteristica dipenda dal livello delle altre caratteristiche. Ad esempio, con un modello lineare la valutazione marginale di un terzo bagno per il prezzo di una abitazione è lo stesso per un mono-locale o per una villa su tre piani, mentre la non-linearità implicita nella specificazione semi-logaritmica consente a tale valutazione marginale di variare in proporzione delle caratteristiche della abitazione. Un ulteriore vantaggio della forma funzionale semi-logaritmica è che consente di attenuare almeno in parte la possibile eteroschedasticità del termine di errore.

¹⁵Cfr. Diamond (1980) per una rassegna dei primi sviluppi della letteratura sulla scelta della forma funzionale nella stima di modelli edonici per i prezzi delle abitazioni.

Numerosi studi hanno proposto forme funzionali più flessibili, quali ad esempio la specificazione trans-logaritmica (e.g. Capozza, Green e Hendershott, 1996):

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln X_{jit} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^k \sum_{m=1}^k \gamma_{jm} \ln X_{jit} \ln X_{mit} + \varepsilon_{it} \quad (25)$$

la specificazione Box-Cox

$$\frac{P_{it}^\theta - 1}{\theta} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \frac{X_{jit}^\lambda - 1}{\lambda} + \varepsilon_{it} \quad (26)$$

o la specificazione Box-Cox quadratica (cfr. e.g. Halverson e Pollakowsky, 1981):¹⁶

$$\frac{P_{it}^\theta - 1}{\theta} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \frac{X_{jit}^\lambda - 1}{\lambda} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^k \sum_{m=1}^k \gamma_{jm} \frac{X_{jit}^\lambda - 1}{\lambda} \frac{X_{mit}^\lambda - 1}{\lambda} + \varepsilon_{it} \quad (27)$$

La ricerca di una maggiore flessibilità nella forma funzionale ha portato a considerare numerose ulteriori estensioni, quali l'utilizzo di set di variabili dummy al posto di variabili discrete (cfr. e.g. Malpezzi, Ozanne e Thibodeau, 1980), espansioni quadratiche o cubiche per le variabili continue, interazioni tra le diverse variabili.

Cropper, Deck e McConnel (1988) esaminano attraverso simulazioni gli effetti della scelta della forma funzionale, concludendo che le specificazioni lineare e Box-Cox quadratica producono i risultati migliori utilizzando come criterio di valutazione l'errore percentuale medio. Gatzlaff e Ling (1994) esaminano la performance del modello edonico utilizzando diverse forme funzionali: lineare, semi-logaritmica, esponenziale, e logaritmica. Utilizzando il coefficiente di determinazione come criterio di valutazione, il modello esponenziale risulta fornire la migliore performance.¹⁷

Un approccio più generale per ottenere maggiore flessibilità consiste nell'adozione di specificazioni non-parametriche (e.g. Meese e Wallace, 1991,

¹⁶Cassel e Mendelsohn (1985) sottolineano che la grande flessibilità della forma funzionale Box-Cox implichi tuttavia significativi costi in termini di efficienza delle stime e capacità predisonale del modello.

¹⁷Cfr. anche Milon et al. (1984).

Pace, 1993, Mason e Quigley, 1996), nelle quali non viene fatta alcuna ipotesi sulla forma funzionale del modello. Mentre un approccio di tipo parametrico consente di ottenere massima efficienza per modelli ben specificati, metodi di stima non-parametrici consentono di ridurre gli effetti dell'incorretta specificazione, al costo di minore efficienza.

Numerosi recenti studi hanno argomentato che modelli semi-parametrici, che includono sia una componente parametrica che una componente non-parametrica, offrono un compromesso ottimale tra gli obiettivi di efficienza delle stime e di flessibilità nella specificazione nell'applicazione di modelli edonici al mercato immobiliare (cfr. Gencay e Yang, 1996, Anglin e Gencay, 1996, Clapp, 2004).¹⁸ Un approccio che di recente ha ricevuto notevole attenzione consiste nell'utilizzare prior Bayesiani per la stima di modelli edonici (e.g. Gilley e Pace, 1995, e Knight et al., 1992).

Applicazioni

L'approccio edonico è stato utilizzato in numerose nazioni per migliorare la costruzione di indici dei prezzi delle abitazioni (cfr. e.g. Follain e Ozanne, 1979, Chowhan e Prudhomme, 2000, Englund, Quigley e Redfearn, 1998, Follain e Malpezzi, 1980, Hoffman e Kurz, 2002, Moulton, 1995, Tiwari e Hasgawa, 2000).

Alcuni studi hanno utilizzato stime edoniche del prezzo implicito dell'età dell'abitazione per misurare gli effetti del deprezzamento (Malpezzi et al., 1987, Clapp e Giaccotto, 1998, Goodman e Thibodeau, 1995, 1997, Shilling et al., 1991). Una serie di lavori hanno concentrato l'attenzione sugli effetti della selettività del campione (Ermisch et al., 1996, Jud e Seaks, 1994, e Clapp et al., 1991).

3.2 Modelli a vendite ripetute

L'approccio edonico si basa sulla stima dei prezzi impliciti di ciascuna caratteristica, da cui discende che la capacità del modello di tener conto accuratamente dell'eterogeneità delle singoli unità immobiliari dipende dalla precisione di queste stime e quindi da quanto dettagliate e accurate siano le informazioni presenti nel data set sulle caratteristiche degli immobili.

¹⁸Cfr. Pace (1995) per una rassegna sulle applicazioni di modelli semi-parametri e non-parametrici ai mercati immobiliari.

Il modello a vendite ripetute (*RSM, Repeat Sales Model*), introdotto inizialmente da Bailey et al. (1963) e popolarizzato successivamente da Case e Shiller (1987, 1989)¹⁹ ha incontrato crescente popolarità quale alternativa all'approccio edonico, soprattutto per la minore quantità di informazioni necessarie per la stima dell'indice dei prezzi delle abitazioni, in quanto tale modello non richiede la misurazione delle caratteristiche degli immobili. Questo approccio consente di tenere conto delle caratteristiche degli immobili in modo più esplicito, in quanto si basa esclusivamente sulle variazioni del prezzo dell'immobile stesso tra due transazioni, sotto l'ipotesi che le caratteristiche dell'immobile siano invariate nel corso del tempo. In questo modo, si ottiene un indice che consente di tenere conto esplicitamente dell'eterogeneità relativa alle caratteristiche strutturali e all'ubicazione delle abitazioni. Le informazioni necessarie riguardano solo i prezzi e le date delle compravendite, e non occorrono informazioni dettagliate sulle caratteristiche delle abitazioni, indispensabili invece per la stima di indici con l'approccio edonico.²⁰

Sul piano applicativo, la costruzione dell'indice si basa sulla regressione della differenza del logaritmo del prezzo di ciascuna abitazione tra due compravendite su un insieme di variabili dummy indicative degli istanti temporali in cui le transazioni sono avvenute. Il modello RSM può essere derivato come una variante dell'approccio edonico con variabile temporale esplicita (cfr. e.g. Gatzlaff e Haurin, 1997, Costello e Watkins, 2002).

Analiticamente, considerando un'abitazione (j) oggetto di compravendita nei periodi t_1 e t_2 , il prezzo relativo tra i due periodi può essere scritto come

$$\frac{P_{jt_2}}{P_{jt_1}} = \frac{I_{t_2}}{I_{t_1}} + \varepsilon_{jt_1t_2} \quad (28)$$

dove I_{t_1} e I_{t_2} indicano i valori dell'indice dei prezzi nei due periodi considerati, e $\varepsilon_{jt_1t_2}$ rappresenta una componente di errore idiosincratca (cfr. Wang e Zorn, 1997). Applicando la trasformazione logaritmica otteniamo:

$$\log \left(\frac{P_{jt_2}}{P_{jt_1}} \right) = \log I_{t_2} - \log I_{t_1} + \log \varepsilon_{jt_1t_2} \quad (29)$$

Estendendo la stessa logica all'intero campione di abitazioni e a tutti

¹⁹Per una rassegna sui modelli RSM si veda ad esempio Wang e Zorn (1997).

²⁰Un esempio di indice basato sul modello a vendite ripetute, nella versione pesata per tener conto dell'eteroschedasticità (cfr. Case e Shiller, 1987) è il Conventional Mortgage Home Price Index (CMHPI), pubblicato negli Stati Uniti dalla Federal National Mortgage Association.

i periodi, e utilizzando la notazione vettoriale, possiamo rappresentare la specificazione geometrica come segue:

$$P = X\beta + \varepsilon \quad (30)$$

dove P è il vettore che contiene i logaritmi delle variazioni di prezzo per ciascuna abitazione, e X indica un insieme di $T - 1$ variabili dummy che forniscono informazioni sugli istanti temporali in cui le transazioni sono avvenute. In particolare, per ogni unità immobiliare (riga di X) si ha un valore di 1 per la dummy corrispondente al periodo della seconda compravendita, un valore di -1 per la dummy corrispondente al periodo della prima compravendita, e di 0 per le altre dummy. Se la prima compravendita è avvenuta nel primo periodo non c'è alcuna variabile dummy corrispondente a questa compravendita (data la normalizzazione dell'indice nel primo periodo). Le stime dei $t - 1$ coefficienti contenuti nel vettore β forniscono il logaritmo dell'indice di prezzo in ciascun periodo (l'indice ha valore zero nel primo periodo, che rappresenta il periodo base). Intuitivamente, mediante l'inclusione di una dummy negativa per la prima vendita e una dummy positiva per la seconda vendita, il modello di regressione sceglie il valore dell'indice che minimizza la somma degli errori nella previsione dell'apprezzamento di tutte le coppie di compravendite nel campione.

Alternativamente, si può utilizzare la seguente specificazione del modello per stimare i tassi di crescita dell'indice di prezzo:

$$\log \left(\frac{P_{jt_2}}{P_{jt_1}} \right) = \sum_{t=t_1+1}^{t_2} \log G_t + \log \varepsilon_{jt_1t_2} \quad (31)$$

dove G_{t_i} indica il tasso di crescita dell'indice dei prezzi nel periodo i . In forma vettoriale otteniamo:

$$P = Z\gamma + \varepsilon \quad (32)$$

dove Z indica un insieme di $T - 1$ variabili dummy costruite in modo che in ogni riga il $t - mo$ elemento sia uguale a 1 se $t_1 < t \leq t_2$.

Se il termine di errore nelle equazioni (30) e (32) è non correlato tra le abitazioni e nel tempo, e ha varianza costante, per il teorema di Gauss-Markov lo stimatore OLS fornisce stime efficienti dell'indice aggregato dei prezzi (cfr. Bailey et al., 1963). Tuttavia, diversi autori hanno evidenziato ragioni che

suggeriscono di utilizzare metodi di stima alternativi. Webb (1981) evidenzia i problemi legati alla quasi-collinearità che si viene a creare quando per un dato intervallo temporale si disponga di un basso numero di transazioni, proponendo una procedura GLS in alternativa alla soluzione più diretta di restringere l'insieme di intervalli temporali considerati. Goetzmann (1992) propone uno stimatore alternativo che consente di aumentare l'efficienza delle stime in presenza di quasi-collinearità.

Case e Shiller (1987) evidenziano la possibile eteroschedasticità del termine di errore dovuta al fatto che la varianza per ciascuna unità immobiliare è legata all'intervallo temporale tra le due vendite, e propongono uno stimatore dei minimi quadrati generalizzati a tre stadi: nel primo stadio si stima il modello RSM con il metodo OLS; nel secondo stadio si stimano le varianze delle singole abitazioni attraverso una regressione dei quadrati dei residui del primo stadio sulla durata degli intervalli temporali; nel terzo stadio si stima il modello RSM pesando le osservazioni mediante le deviazioni standard stimate nel secondo stadio.²¹

Al di là dei problemi legati all'efficienza del metodo di stima utilizzato, il limite principale dei modelli a vendite ripetute consiste nella notevole perdita di informazioni dovuta alla riduzione della dimensione del campione utilizzato per la stima, poiché vengono scartate tutte le abitazioni che, nel periodo di riferimento, non sono state oggetto di almeno due compravendite.²² Questo implica una notevole perdita di efficienza nella stima dell'indice di prezzo.

Inoltre, è difficilmente ipotizzabile che il sottoinsieme delle unità immobiliari vendute almeno due volte sia rappresentativo della popolazione sottostante, ed è pertanto plausibile ipotizzare la presenza di *sample selection bias* nella costruzione di un indice di prezzo con il modello a vendite ripetute. In particolare, è ragionevole ipotizzare che le abitazioni meno costose siano oggetto di un maggior numero di transazioni dato che i proprietari giovani tendono a fare upgrading più frequentemente (*starter home hypothesis*). Una ulteriore ragione di sistematicità nella formazione del sottocampione di abitazioni oggetto di almeno due compravendite è l'assenza, per definizione, di abitazioni appena costruite.

²¹Applicando l'approccio RSM a tre stadi ad un ampio campione di abitazioni unifamiliari Case e Shiller (1987) mostrano che, in tre delle quattro grandi città americane considerate, indici di prezzo basati sui prezzi mediari sovrastimano significativamente l'effettiva crescita dei prezzi.

²²Case e Shiller (1987) ottengono circa 39,000 osservazioni di vendite ripetute da un data set iniziale di circa un milione di abitazioni tra il 1970 e il 1986.

Gatzlaff e Haurin (1997) dimostrano empiricamente che un indice di prezzo basato solo sulle abitazioni che sono oggetto di almeno due compravendite, invece che su tutte le abitazioni, è distorto, e che l'entità della distorsione è legata all'andamento delle condizioni macroeconomiche. Haurin e Hendershott (1991) e Steele e Goy (1997) dimostrano in particolare che le case oggetto di un numero maggiore di transazioni tendono a mostrare più elevati tassi di apprezzamento, concludendo che indici basati sull'approccio RSM tendono a sovra-stimare la crescita dei prezzi delle abitazioni rispetto a indici di tipo edonico.

Le stime basate sul metodo RSM possono inoltre essere soggette a significative distorsioni dovute alla possibilità che si verifichino cambiamenti delle caratteristiche strutturali o ristrutturazioni delle abitazioni nel periodo tra le due compravendite, nel qual caso viene a cadere l'ipotesi di qualità costante (cfr. Mark e Goldberg, 1984). Una possibile soluzione consiste nello screening caso per caso di eventuali cambiamenti nelle caratteristiche delle abitazioni (cfr. Case, Pollakowski e Wachter, 1991, Clapp et al., 1991).

Goodman e Thibodeau (1998) mostrano che esiste una relazione positiva tra l'eteroschedasticità dei residui di un modello RSM e fattori quali l'età dell'immobile o la durata dell'intervallo tra le due compravendite: quanto minore è la durata dell'intervallo temporale tra le compravendite o l'età dell'abitazione, tanto meno probabile è che siano stati realizzati significativi lavori di rinnovamento o ristrutturazione, per cui maggiore è la precisione delle informazioni contenute nelle variazioni dei prezzi delle singole abitazioni. Case, Pollakowski e Wachter (1997) mostrano che la deviazione standard dei residui cresce marcatamente quando la frequenza degli scambi diminuisce, indicando che il modello RSM tende a sottostimare la varianza delle variazioni di prezzo per gli immobili che sono oggetto di pochi scambi.

Infine, una ulteriore causa di potenziale distorsione consiste nella scelta della cadenza temporale dell'indice dei prezzi. L'evidenza empirica mostra che indici RSM basati sullo stesso campione cambiano significativamente se calcolati per frequenze temporali diverse, e che questa distorsione dipende dall'inclusione o esclusione nel modello di variabili indipendenti (cfr. Dombrow, Knight e Sirmans, 1997).

3.3 Modelli ibridi

Per risolvere gli inconvenienti appena descritti, numerosi studi hanno proposto modelli alternativi risultanti dalla combinazione dell'approccio edonico e

di quello *repeat sales*, imponendo il vincolo che la stima degli indici sia uguale con entrambi i metodi. Concettualmente, questi modelli evitano l'inefficienza dei modelli RSM dal momento che utilizzano i dati relativi a tutte le transazioni disponibili, e al contempo sfruttano la capacità di controllo dell'eterogeneità dell'approccio RSM, limitando le possibilità di mis-specificazione relative all'approccio edonico (cfr. Cho, 1996, Wang e Zorn, 1997)

Case e Quigley (1991) propongono un approccio ibrido basato su una procedura di stima a tre equazioni che combina un modello edonico *cross-section* e un modello a vendite ripetute. La prima equazione è una regressione edonica applicata a tutte le abitazioni disponibili. Le altre due equazioni si riferiscono a tutte le abitazioni oggetto di almeno due compravendite, a seconda che siano state o meno soggette a variazioni delle caratteristiche strutturali. Hill, Sirmans e Knight (1995) propongono una generalizzazione di questo approccio misto, con la specificazione di una funzione di verosimiglianza congiunta per le equazioni edonica e RSM, mostrando mediante simulazioni il potenziale miglioramento dell'efficienza delle stime. Quigley (1995) propone uno stimatore GLS che incorpora esplicitamente la relazione tra la varianza dell'errore e la durata dell'intervallo temporale tra le compra-vendite.

Goetzmann e Spiegel (1995), Shiller (1993) e Steele e Goy (1997) integrano il modello *repeat sales* con una componente non temporale (effetto fisso). Tale componente è dovuta al fatto che una parte della variazione del prezzo non dipende dall'intervallo tra due compravendite ma da comportamenti connessi alla vendita in sé (miglioramenti estetici, tinteggiatura delle pareti, etc.) che migliorano la qualità dell'immobile pur non essendo osservabili.

Gyourko e Voith (1992) e Goetzmann e Spiegel (1997) propongono un approccio di tipo statistico basato sulla scomposizione dei tassi di crescita delle singole abitazioni in tre componenti: il rendimento a livello aggregato, il rendimento a livello locale-regionale, e una componente idiosincratICA relativa alla singola abitazione.

Clapp e Giaccotto (1994) propongono di risolvere i problemi di efficienza e selettività del campione del modello RSM utilizzando il valore "inputato" (*assessed value*) dell'abitazione all'inizio del periodo di indagine come proxy del prezzo della prima vendita per le abitazioni presenti nel campione vendute una sola volta. In base a tale approccio si utilizza una valutazione soggettiva per tener conto dell'eterogeneità strutturale e territoriale delle abitazioni, riuscendo a ottenere significativi vantaggi in termini di efficienza delle stime.

Numerosi autori hanno confrontato empiricamente i diversi approcci alla costruzione di indici di prezzo delle abitazioni (cfr. e.g. Wang e Zorn, 1997).

Mark e Golberg (1984) confrontano la performance di 11 metodi, giudicando poco soddisfacenti i modelli RSM, in quanto tendono a sottostimare i tassi di crescita degli indici di prezzo rispetto al complesso degli altri metodi. Risultati analoghi sui modelli RSM sono ottenuti da Case, Pollakowski e Wachter (1991), che tuttavia non trovano alcun miglioramento in termini di efficienza per le stime ottenute con modelli ibridi.

L'evidenza presentata da Crone e Voith (1992) mostra che indici basati su prezzi medi o mediani sono meno precisi di quelli basati su un approccio edonico o RSM. Questi ultimi tendono ad essere preferiti in quanto meno sensibili rispetto a variazioni della dimensione del campione, un risultato simile a quello ottenuto da Hosios e Pesando (1991). Meese e Wallace (1997) mostrano che i modelli di tipo RSM sono particolarmente sensibili rispetto alla limitatezza della dimensione del campione, concludendo a favore di modelli edonici o ibridi.

Gatzlaff e Ling (1994) confrontano gli indici ottenuti per l'area metropolitana di Miami nel periodo 1971-1991 mediante l'applicazione di quattro tipi di modelli: valori mediani, edonici, a vendite ripetute o *assessed value*, utilizzando i risultati del modello a vendite ripetute come *benchmark*. I risultati mostrano che tutti i metodi utilizzati forniscono stime molto simili dell'indice dei prezzi a cadenza annuale, mentre i risultati mostrano differenze molto più marcate nel caso di indici trimestrali.

4 Caratteristiche del neighborhood

La fissità spaziale che caratterizza le abitazioni implica che le caratteristiche della zona in cui è ubicata l'abitazione abbiano un ruolo essenziale nella determinazione dei prezzi delle abitazioni a livello locale. Tali effetti possono essere suddivisi in tre principali gruppi: le caratteristiche demografiche e socio-economiche della popolazione presente sul territorio, quali tassi di densità, occupazione, criminalità, struttura per età; la qualità dei servizi pubblici e privati offerti agli abitanti della zona, quali le scuole, il sistema dei trasporti, le strutture ricreative; le caratteristiche di natura ambientale del territorio, quali la presenza di risorse ambientali, qualità dell'aria, condizioni climatiche.²³

²³Dubin e Sung (1990) utilizzano test non-nested per determinare quali caratteristiche del neighborhood contribuiscono maggiormente a spiegare la distribuzione dei prezzi delle abitazioni. I risultati mostrano che le caratteristiche demografiche e socio-economiche

Una ampia letteratura ha cercato di fornire stime del premio che le famiglie sono disposte a pagare per un'abitazione che si trova in una località che presenti determinate caratteristiche. E' importante sottolineare che in alcuni casi i fattori considerati non influiscono direttamente sui prezzi delle abitazioni, ma inducono i soggetti a modificare le scelte di allocazione delle risorse, oppure le aspettative sui prezzi futuri delle abitazioni, determinando così indirettamente l'andamento della domanda di abitazioni.²⁴

Inoltre, la misurazione delle caratteristiche del neighborhood richiede la definizione della delimitazione geografica del neighborhood. Generalmente sono utilizzati criteri espliciti quali le zone censuarie o le caratteristiche geografiche del territorio (strade, fiumi, etc.). In alcuni studi, tuttavia, le caratteristiche del neighborhood sono utilizzate per identificare endogenamente i sotto-mercati di riferimento.

4.1 Caratteristiche della popolazione

I saldi demografici e i flussi migratori costituiscono un'importante determinante dei prezzi nei mercati immobiliari a livello locale, in quanto incidono significativamente sulle differenze nella domanda di abitazioni tra le diverse zone geografiche all'interno di uno stesso paese. La creazione di nuove opportunità lavorative ed il conseguente movimento di lavoratori si verificano più rapidamente rispetto all'adeguamento dell'offerta di immobili sia residenziali che commerciali.

In particolare, la densità e la struttura per età della popolazione hanno un ruolo importante nel determinare la dinamica della distribuzione dei prezzi nel mercato immobiliare a livello locale. La distribuzione spaziale della struttura demografica di una città può essere interpretata come un'indicatore della presenza di caratteristiche rilevanti nei processi di scelta abitativa di particolari categorie demografiche (ad esempio, famiglie con bambini preferiscono abitare in una zona in cui siano presenti altre famiglie con bambini, etc.).

Case e Mayer (1996) osservano che, a parità di altre condizioni, i prezzi delle abitazioni crescono più rapidamente nelle località che nel 1980 (primo anno di rilevazione) presentavano una maggiore percentuale di residenti di età

della popolazione sono più rilevanti della qualità dei servizi.

²⁴Gat (1996) studia le determinanti dei prezzi delle abitazioni nell'area metropolitana di Tel Aviv, mostrando che la qualità del neighborhood e l'accessibilità al luogo di lavoro spiegano da sole circa il 75 per cento della variabilità totale dei prezzi delle abitazioni.

compresa tra i 35 e i 60 anni. Anche se tale variabile sembra avere un impatto quantitativamente modesto, essa può essere letta come un indicatore della presenza, in determinate località, di caratteristiche e servizi particolarmente apprezzati dagli abitanti di mezza età (gruppo demografico che negli anni '80 negli USA è cresciuto considerevolmente grazie all'arrivo della generazione dei *baby boomers*). Alternativamente, i risultati possono essere interpretati come una conseguenza del fatto che le persone di mezza età preferiscono vivere in zone in cui sono presenti per lo più altri residenti della stessa età.

Un aspetto che è stato oggetto di particolare interesse a livello empirico, soprattutto negli Stati Uniti, è la relazione tra la composizione etnica della popolazione e i prezzi delle abitazioni (cfr. e.g. Kain e Quigley, 1972, Follain e Malpezzi, 1981, Chambers, 1992, Galster, 1992). Archer, Gatzlaff e Ling (1996), in particolare, esaminano l'impatto che fenomeni di segregazione e discriminazione possono avere sui tassi di apprezzamento degli immobili. In particolare, gli autori ipotizzano l'esistenza di una "superficie di rendita" che non declina monotonicamente con la distanza dal centro, ma raggiunge un punto di minimo nella zona di confine che separa le località abitate prevalentemente da individui e famiglie che appartengono ai gruppi etnici di minoranza da quelle abitate prevalentemente dal gruppo etnico "dominante".

4.2 Qualità dei servizi

Alcuni tra i primi studi basati sull'approccio edonico hanno esaminato gli effetti dei livelli di imposizione fiscale e di fornitura di servizi pubblici a livello locale sui prezzi delle abitazioni, sulla base delle formulazioni teoriche di Tiebout (1956) e Oates (1969).²⁵ Edel e Sclar (1974) e King (1977) hanno evidenziato il ruolo svolto dalla qualità dei servizi pubblici.²⁶

Nell'ambito degli studi sulla relazione tra i servizi presenti sul territorio e il mercato immobiliare, particolare attenzione viene rivolta alla qualità dei servizi scolastici. Questo aspetto è particolarmente significativo nella scelta localizzativa delle famiglie che hanno figli in età scolare, in particolare nelle grandi città, nelle quali la qualità delle scuole può variare notevolmente. Il fatto che un'abitazione si trovi in una zona in cui è presente una buona scuola, che generalmente darà la precedenza ai residenti del quartiere nel selezionare gli iscritti, può costituire un fattore di primaria importanza nella

²⁵Cfr. Case e Grant (1991) per un modello neoclassico dell'incidenza delle imposte sui mercati immobiliare a livello locale.

²⁶Cfr. McDougall (1976). Si veda Zodrow (1983) per una ampia rassegna.

sceita di una abitazione. Numerosi studi hanno pertanto esaminato gli effetti di diversi indicatori della qualità delle scuole o dei risultati degli studenti sui prezzi delle abitazioni a livello locale.

Li e Brown (1980) osservano che il livello dei punteggi ottenuti nei test di valutazione del quarto anno (high school) ha un impatto positivo e significativo sui prezzi delle abitazioni nella città di Boston. Gli autori riscontrano inoltre un effetto negativo e significativo della percentuale di residenti nella fascia di età compresa fra i 16 e i 21 anni che hanno abbandonato le scuole superiori (high school), considerata un indicatore della proporzione di vicini “indesiderabili”, e quindi della probabilità di atti di vandalismo o di criminalità. Jud e Watts (1981) esaminano il ruolo dei punteggi dei test scolastici in una analisi di tipo edonico dei prezzi delle abitazioni. Pogodzinski e Sass (1991) riscontrano un impatto positivo e significativo dei risultati di un test scolastico che si effettua su base nazionale sul valore degli immobili residenziali. Haurin e Brasington (1996) concentrano l’attenzione sulla relazione tra qualità scolastica e variazioni dei prezzi reali di abitazioni a qualità costante in 134 giurisdizioni situate in sei diverse aree metropolitane standard (MSA) negli Stati Uniti. Gli autori osservano che la qualità scolastica costituisce una delle principali determinanti dei prezzi. In particolare, una variabile chiave viene identificata in una misura dei risultati scolastici ottenuti in un test di profitto che viene somministrato nelle *high schools* ogni anno su base nazionale. I risultati indicano che all’aumentare di un punto nel risultato di tale test, il prezzo delle abitazioni subisce un incremento pari a mezzo punto percentuale.

Hwang e Quigley (2004) sottolineano che la dinamica dei prezzi nei mercati immobiliari locali è strettamente legata alle condizioni economiche a livello locale. I prezzi delle abitazioni, in un mercato metropolitano in espansione, dipendono in particolare dalle opportunità lavorative e dal livello dei redditi dei residenti di ciascuna zona o località. Adottando una prospettiva analoga, il ruolo delle condizioni economiche è stato analizzato da Case e Mayer (1996) per l’area metropolitana di Boston. Nei primi anni ottanta il declino dell’industria manifatturiera aveva influenzato negativamente sia i redditi della popolazione che i prezzi degli immobili situati all’interno della città e nelle zone limitrofe. L’andamento positivo registrato negli anni successivi è riconducibile al boom del settore TMT (*technology, media, telecommunications*). Gli autori evidenziano il ruolo sia dei cambiamenti che intervengono nella composizione settoriale dell’occupazione, sia dei mutamenti che possono intercorrere nei livelli occupazionali delle diverse località. I risultati

mostrano che la struttura settoriale dell'occupazione (utilizzata come proxy delle caratteristiche localizzative dell'occupazione nelle diverse zone) è statisticamente significativa nella spiegazione della variabilità sezionale dei prezzi delle abitazioni nelle diverse località, durante l'intero ciclo considerato (1982-1992). Archer, Gatzlaff e Ling (1996) partono da considerazioni analoghe e esaminano empiricamente l'ipotesi che la tipologia e la struttura della base occupazionale locale (insieme all'età della popolazione) costituiscano una importante determinante dei differenziali di apprezzamento degli immobili.

Numerosi studi analizzano l'impatto della qualità dei sistemi di trasporto. Forrest e Glen (1996) utilizzano un modello edonico per stimare l'impatto dell'introduzione di un sistema di metropolitana leggera sui prezzi delle abitazioni. Hughes e Sirmans (1992) utilizzano un modello edonico per studiare l'effetto dell'intensità del traffico automobilistico sui prezzi delle abitazioni. I risultati mostrano un effetto negativo elevato e statisticamente significativo, nell'ambito di una relazione caratterizzata da eterogeneità spaziale.

4.3 Caratteristiche ambientali

Un ampio filone della letteratura ha esaminato empiricamente gli effetti sui prezzi delle abitazioni della qualità ambientale della zona di ubicazione (cfr. Chesire e Sheppard (1995), Freeman (1979), Boyle e Kiel (2001), Din, Hoesli e Bender (2000) per dettagliate rassegne). Questo approccio è stato utilizzato per ovviare al fatto che non esiste un mercato esplicito per le risorse ambientali. Di conseguenza, per valutare i benefici delle risorse ambientali, è possibile ottenere stime indirette basate sull'impatto di tali variabili sui prezzi delle abitazioni.

La letteratura sull'impatto dell'inquinamento ambientale ha concentrato l'attenzione su caratteristiche quali la qualità dell'aria (cfr. le rassegne in Smith e Huang, 1993, 1995), la qualità dell'acqua, e la presenza di diverse forme di inquinamento, quali l'inquinamento acustico (McMillan et al., 1980, Collins e Evans, 1994, Levesque, 1994). Michael, et al. (2000) mostrano che le stime della valutazione della qualità ambientale basate su modelli edonici applicati al mercato immobiliare sono fortemente dipendenti dal tipo di indicatore utilizzato per misurare la qualità ambientale.²⁷

²⁷Un'applicazione relativa all'impatto della limpidezza dell'acqua sui prezzi delle abitazioni prospicienti ad un lago nel main mostra che l'utilizzo di diversi indicatori della qualità dell'acqua risulta in differenze nei prezzi impliciti grandi e significative, tali da indirizzare in modo diverso le scelte di politica economica.

Zabel e Kiel (2000) studiano la valutazione della qualità dell'aria in quattro aree metropolitane negli Stati Uniti, applicando un modello edonico su dati dell'American Housing Survey per il periodo 1974-1991, dati censuari e l'EPA Aerometric Information Retrieval System. Chattopadhyay (1999) esamina il costo economico di diversi fattori inquinanti dell'aria. I risultati mostrano che il prezzo implicito è maggiore per PM-10 rispetto a SO₂. Nelson (1978) e Harrison e Rubinfeld (1978) forniscono una rassegna dei primi studi sulla valutazione economica dell'inquinamento dell'aria.²⁸ Steinnes (1992), North e Griffin (1993), e Leggett e Bockstael (2000) studiano gli effetti della qualità dell'acqua sui prezzi delle abitazioni residenziali. Numerosi studi analizzano gli effetti di specifici fattori di inquinamento ambientale, quali discariche (Dale et al., 1999, Harrison e Stock, 1984), inceneritori, centrali nucleari

Più in generale, le analisi degli effetti delle caratteristiche ambientali sui prezzi delle abitazioni hanno riguardato le caratteristiche climatiche e fisico-topografiche del territorio: collinosità (numero di isocline in un certo raggio), rischiosità²⁹ e, soprattutto, presenza di specifiche amenità ambientali (parchi e aree verdi, mare, fiumi, etc.). Englin (1996) utilizza un modello edonico per ottenere una valutazione monetaria della piovosità. I risultati indicano che sia la media che la varianza della distribuzione delle precipitazioni hanno un effetto, rispettivamente negativo e positivo, sui prezzi delle abitazioni. Mahan, Polasky e Adams (2000) studiano gli effetti della presenza di diverse tipologie di risorse naturali sui prezzi delle abitazioni nella zona metropolitana di Portland, concentrando l'attenzione sul ruolo delle aree naturalistiche. I risultati mostrano che la dimensione delle aree naturali e la distanza delle abitazioni da queste hanno un impatto significativo sui prezzi delle abitazioni.³⁰

4.4 Le determinanti dei tassi di crescita dei prezzi

Mentre data set sezionali di buona qualità sono disponibili da lungo tempo, la mancanza di dati appropriati ha reso difficile lo studio delle variazioni dei

²⁸Si veda anche Graves (1988). Per una rassegna recente si veda Palmquist e Israngkura (1999)

²⁹Murdoch et al. (1993) e Beron (1997) esaminano l'impatto del rischio di terremoti sui prezzi delle abitazioni. Dorfman et al., 1996, studiano gli effetti del rischio di frane.

³⁰Asabere et al. (1994) e Clark e Herrin (1997) analizzano dell'effetto dei vincoli ambientali (designazione di area storica) sui prezzi delle abitazioni.

prezzi delle abitazioni nel corso del tempo ad un adeguato livello di disaggregazione. Di recente, tuttavia, la disponibilità di nuove basi di dati ha messo in luce che i tassi di crescita nel corso del ciclo immobiliare variano significativamente all'interno delle aree metropolitane, in modo particolare in quelle aree che hanno subito le fluttuazioni di prezzo più marcate.

Case e Mayer (1996) esaminano la distribuzione sezionale degli incrementi dei prezzi delle abitazioni nell'area di Boston dal 1992 al 1994. I risultati dell'analisi mostrano che caratteristiche specifiche quali il prezzo di partenza, la prossimità al centro di Boston, lo spostamento dell'occupazione dal settore manifatturiero a quello dei servizi, i cambiamenti demografici, e le nuove costruzioni sono stati i fattori che hanno maggiormente influito sulla distribuzione geografica della crescita dei prezzi. L'analisi mostra anche che il premio associato alla presenza di scuole di buona qualità si è ridotto nel corso degli anni ottanta, periodo durante il quale le iscrizioni nelle scuole pubbliche del Massachusetts sono diminuite notevolmente.

Case e Mayer (1995) estendono i risultati di questo lavoro, dividendo l'area del Massachusetts orientale in piccoli gruppi di città di simili dimensioni e estendendo l'analisi fino al 1994. L'analisi evidenzia che il prezzo iniziale è stato il principale fattore nella determinazione della crescita dei prezzi durante il periodo di boom, mentre durante l'inversione di tendenza (il bust) le principali determinanti sono state la location, la qualità delle scuole e la struttura occupazionale.

Numerosi articoli hanno mostrato che i tassi di crescita dei prezzi delle abitazioni all'interno di un'area metropolitana variano notevolmente tra tipologie appartenenti a diverse fasce di prezzo. In particolare, Smith e Tesarek (1991) elaborano un approccio per stimare indici di prezzo per diverse tipologie di abitazioni. Utilizzando dati relativi all'area metropolitana di Houston tra il 1970 e il 1989, l'analisi indica che i prezzi delle abitazioni di alta qualità sono cresciuti più della media nel corso del boom degli anni settanta, ma sono poi caduti più rapidamente della media durante il bust degli anni ottanta legato allo shock petrolifero. Case e Shiller (1994) mostrano che la dinamica dei prezzi per tipologia abitativa è stata significativamente diversa tra Boston e Los Angeles.

Jud e Winkler (2002) analizzano la dinamica dei prezzi in 130 aree metropolitane negli Stati Uniti tra il 1984 e il 1998. Il lavoro utilizza un modello a effetti fissi per controllare i fattori non osservabili che determinano la crescita dei prezzi delle singole aree metropolitane (e.g., la crescita dei fattori di costo nelle singole aree). L'analisi evidenzia che la crescita dei prezzi immobiliari in

termini reali è significativamente influenzata da fattori quali la crescita di popolazione e reddito, i costi di costruzione, l'andamento del mercato mobiliare e i tassi di interesse netti.

5 La dimensione spaziale

La fissità spaziale delle abitazioni implica che la posizione geografica sia una determinante fondamentale dei prezzi delle abitazioni. Gli effetti della posizione geografica sono riconducibili in primo luogo al concetto di accessibilità, principio cardine dell'economia urbana. Nel modello tradizionale di von Thünen, elaborato ai primi dell'ottocento per analizzare la distribuzione territoriale di produzioni agricole differenti, il centro è la sede del mercato dei prodotti agricoli della campagna circostante.

I primi modelli di economia urbana hanno evidenziato l'importanza della prossimità rispetto ai centri produttivi e occupazionali per i prezzi dei terreni (Alonso, 1964) e delle abitazioni (Mills, 1967, Muth, 1969). Questi modelli sono di tipo monocentrico in quanto si ipotizza un unico centro urbano in cui si accentrano le attività produttive e commerciali, e la popolazione distribuita sul territorio si sposta per raggiungere tale centro. I costi del pendolarismo associati alla distanza dal centro implicano maggiori valutazioni per i terreni e le abitazioni più vicini al centro e complessivamente prezzi decrescenti all'aumentare della distanza dal centro.

La letteratura più recente supera l'approccio monocentrico e considera la possibile compresenza di più poli occupazionali decentralizzati (e.g. Sullivan, 1986, Brueckner, 1979, White, 1988). In questi modelli le imprese godono di economie di agglomerazione, in quanto hanno maggiore produttività quando sono localizzate in aree ad alta densità di attività economica. Questo incentivo spinge le imprese a concentrarsi in distretti commerciali, mentre le imprese che godono meno dei vantaggi delle economie di agglomerazione tenderanno a localizzarsi in modo decentralizzato. Le imprese decentralizzate offrono salari più bassi che saranno accettati dai lavoratori con minori costi di pendolarismo.

In questi modelli, i prezzi degli immobili dipendono negativamente dalla distanza rispetto ai diversi centri occupazionali (centralizzati e decentralizzati). Gli effetti della crescita dell'attività economica sui prezzi delle abitazioni possono essere diversi a seconda della distribuzione geografica degli incre-

menti. In particolare, saranno maggiori nel centro, data la relativa rigidità dell'offerta di abitazioni, e minori nelle zone periferiche (cfr. Voith, 1996).

Sul piano metodologico, la presenza di effetti spaziali implica che nell'analisi empirica delle determinanti dei prezzi delle abitazioni, e nella costruzione di indici di prezzo, sia particolarmente rilevante tenere conto della *struttura spaziale* dei dati (cfr. Pace, Barry, Sirmans, 1998 per una rassegna introduttiva).

La specificazione empirica di una funzione di prezzo edonica, ipotizzando una forma funzionale lineare e omogeneità spaziale dei parametri, può essere in generale rappresentata come segue:

$$P = X\beta + \varepsilon \quad (33)$$

dove P e X rappresentano rispettivamente, i prezzi e le caratteristiche delle abitazioni. Il ruolo degli effetti di vicinato può essere esplicitato come segue:

$$P = S\beta_1 + N\beta_2 + \varepsilon \quad (34)$$

dove S e N indicano, rispettivamente, le caratteristiche strutturali e quelle del vicinato.

Nella stima di questa formulazione generale con il metodo OLS, l'omissione di effetti di prossimità rilevanti, l'omissione o l'incorretta misurazione di caratteristiche del vicinato rilevanti, o l'eterogeneità spaziale dei coefficienti, possono essere cause di incorretta specificazione. In particolare, la presenza di correlazione spaziale negli errori implica che le stime OLS di specificazioni di tipo edonico siano inefficienti e, soprattutto, che le procedure standard di inferenza, basate sull'ipotesi di errori non correlati, siano non valide.

I principali approcci alla soluzione di tale problema possono essere suddivisi in tre gruppi concettualmente complementari. La prima possibilità consiste nel modellare esplicitamente la dipendenza spaziale attraverso appropriati indicatori della posizione geografica. Una seconda strada consiste nel rimuovere l'ipotesi di coefficienti costanti e modellarne esplicitamente l'eterogeneità spaziale. La terza possibilità consiste nel costruire appositi modelli per descrivere la dipendenza spaziale della variabile dipendente o del termine di errore.

5.1 Posizione geografica

Analiticamente il ruolo degli effetti di ubicazione e accessibilità può essere modellato in forma additiva come segue:

$$P = S\beta_1 + N\beta_2 + G\beta_3 + \varepsilon \quad (35)$$

dove G indica appropriati indicatori della posizione geografica. La scelta del tipo di indicatori utilizzati prevede diverse possibili soluzioni.

Una prima possibilità consiste nell'utilizzare misure esplicite della distanza dal centro dell'attività economica (*central business district*) facendo riferimento al modello urbano standard (cfr. Adair et al., 2000, Follain e Malpezzi, 1981, Mozolin, 1994, Soderberg e Janssen, 2001). Numerosi studi hanno sottoposto a verifica empirica l'ipotesi di un andamento dei prezzi delle abitazioni decrescente all'aumentare della distanza dal centro della città in un contesto monocentrico (e.g. Cropper e Gordon, 1991, Voith, 1993) o multicentrico (Waddel, Berry e Hoch, 1993, McDonald e McMillen, 1990, Heikkila, Gordon e Kim, 1989). I risultati mostrano generalmente che pur essendoci una tendenza dei prezzi delle abitazioni a diminuire con la distanza dal CBD, spiegazioni alternative basate sulla presenza di amenità e centri multipli sembrano avere un ruolo importante.

Un recente lavoro di Case e Mayer (1996) esamina gli effetti sui prezzi delle abitazioni nello stato del Massachusetts della distanza dal centro di Boston, interpretato quale sede di amenità e quale principale centro occupazionale del territorio. I risultati indicano che i prezzi delle abitazioni situate in zone caratterizzate da una minore distanza dal centro di Boston hanno sperimentato un più veloce apprezzamento nel periodo di tempo considerato. Archer, Gatzlaff e Ling (1996) analizzano i tassi di apprezzamento nel mercato immobiliare della zona di Dade County (Miami) in Florida per il periodo 1971-1992. L'analisi esamina l'ipotesi che i tassi di apprezzamento possano essere positivamente correlati alla distanza dal centro, in quanto le rilevazioni avvengono al termine di un periodo caratterizzato contestualmente da costi di trasporto decrescenti e incrementi nel reddito reale della popolazione. I risultati, tuttavia, confermano quanto indicato da Case e Mayer (1996) o Capozza e Sick (1994): i tassi di apprezzamento diminuiscono al crescere della distanza dal centro, indicando che l'effetto dovuto alla diminuzione dei costi di trasporto è dominato da altri fattori. In particolare, l'aumento del reddito potrebbe comportare una maggiore importanza attribuita dalla popolazione

alle amenità. Nel caso specifico di Miami, una maggiore prossimità al centro comporta una più elevata probabilità di avere una vista sull'oceano.

La letteratura più recente ha concentrato l'attenzione anche su numerosi indicatori di accessibilità, con particolare riferimento alla posizione rispetto alla rete dei trasporti: distanza dalla più vicina stazione ferroviaria o della metropolitana (e.g. Gatzlaff e Smith, 1993, Grass, 1992, Benjamin e Sirmans, 1996), da tangenziale o autostrade (e.g. Voith, 1993, Henneberry, 1996).

Numerosi studi hanno utilizzato l'approccio edonico per esaminare il ruolo della distanza rispetto a specifiche amenità, quali parchi, chiese (Do, Wilbur e Short, 1994), laghi, mare, o disamenità ambientali quali depositi di rifiuti pericolosi, centrali elettriche (Blomquist, 1974), centrali nucleari (Gamble e Downing, 1982), ospedali psichiatrici (Galster e Williams, 1994). Michaels e Smith (1990) stimano il prezzo implicito attribuito alla vicinanza ad appezzamenti di terreno in cui sono presenti rifiuti pericolosi. Lo studio prende in esame i diversi sottomercati che costituiscono l'area urbana della città di Boston, individuati in base alle definizioni delle agenzie immobiliari.

Brasington e Hite (2005) esaminano la relazione tra i prezzi delle abitazioni e la distanza dal più vicino terreno pericoloso. I risultati indicano che la vicinanza a terreni potenzialmente pericolosi sotto il profilo ambientale presenta una debole ma significativa relazione con il prezzo di un'abitazione. Un incremento del 10 per cento nella distanza di una proprietà dal più vicino centro inquinante comporta, a parità di altre condizioni, un aumento pari a circa il 3 per cento nel prezzo dell'abitazione. I risultati mostrano inoltre che le persone con redditi più elevati, un più alto grado di istruzione, o un maggior numero di figli domandano un livello di qualità ambientale superiore agli altri.

Benson, Hansen, Schwartz Jr. e Smersh (1988) esaminano il valore attribuibile alla visuale di cui può godere una proprietà. L'analisi si basa sul mercato delle abitazioni unifamiliari nella città di Bellingham (stato di Washington), che presenta la possibilità di acquistare abitazioni con vista sull'oceano, sul lago, o sulle montagne. Le abitazioni sono suddivise in base al tipo e alla qualità della vista, ed i prezzi impliciti di tali amenità sono stimati mediante un modello edonico standard applicato ad un periodo di undici anni a partire dal 1984. L'analisi introduce anche delle variabili spaziali nell'analisi, in considerazione del fatto che l'impatto sul prezzo di un'abitazione determinato dalla presenza di una vista sull'oceano possa variare in base alla distanza dell'abitazione dalla costa. I risultati indicano che la presenza di una vista sull'oceano di buona qualità comporta un aumento del valore di

mercato di una abitazione, rispetto ad un'abitazione simile priva di vista, pari a quasi il 60 per cento. La presenza di una vista sull'oceano di bassa qualità (ad esempio, parziale) comporta un aumento di circa l'8 per cento del valore di un immobile. Infine, il valore attribuito all'amenità vista sull'oceano (senza distinguere tra alta e bassa qualità della visuale) varia inversamente rispetto alla distanza della proprietà dalla costa.

Una seconda possibilità per descrivere gli effetti della posizione geografica consiste nell'includere tra i regressori appropriati set di variabili dummy geografiche, identificate, ad esempio, in base alle zone amministrative, ai codici postali, le zone censuarie. Tuttavia, questo approccio è soggetto a una serie di limitazioni. In primo luogo, l'elevato numero di dummy necessarie per rimuovere adeguatamente la dipendenza spaziale rende preferibili specificazioni più parsimoniose. In secondo luogo, le zone geografiche sulla base delle quali sono definite le variabili dummy non necessariamente corrispondono a effettivi sotto-mercati: le aree definite in base ai codici postali o alle zone censuarie possono contenere abitazioni estremamente eterogenee. Infine, gli effetti spaziali sono modellati in modo discreto, mentre la teoria suggerisce un *pattern* spaziale continuo. La discretizzazione geografica porta a ignorare effetti spaziali all'interno delle singole zone, quali la prossimità rispetto a specifiche amenità o disamenità.

Un metodo alternativo che consente di ovviare a questi problemi consiste nell'utilizzare le coordinate geografiche delle singole unità e, attraverso appropriate espansioni polinomiali, modellare gli effetti della posizione geografica con una superficie di prezzo continua per l'area geografica considerata. Questo metodo è particolarmente utile quando non si abbiano informazioni precise sulla segmentazione geografica del mercato immobiliare all'interno dell'area di riferimento. Questo approccio è stato molto utilizzato nella letteratura recente, ma è a sua volta soggetto a una serie di limitazioni relative alla scarsa robustezza, il basso grado di flessibilità, e i possibili rischi di multicollinearità.

Una possibile soluzione a tali problemi consiste nell'utilizzare appropriati metodi di interpolazione locale di tipo semi-parametrico o non-parametrico (cfr. Pace, 1993, Pace e Gilley, 1997, Clapp et al., 2002). Pavlov (2000) propone un modello che consente che i parametri dei regressori varino in funzione delle coordinate geografiche, utilizzando un approccio semi-parametrico, in una applicazione alle transazioni del mercato immobiliare di Los Angeles. I risultati mostrano una notevole eterogenità spaziale dei prezzi impliciti delle singole caratteristiche, utili indicazioni sulla segmentazione del mercato.

5.2 Eterogeneità spaziale

Nella specificazione base in (33) si ipotizza che il modello sia spazialmente omogeneo, ed in particolare che i coefficienti delle singole determinanti siano costanti nello spazio. Tuttavia, le stesse considerazioni fatte in precedenza sugli effetti della dimensione spaziale sui prezzi delle abitazioni portano a considerare plausibile l'ipotesi che gli stessi prezzi edonici delle caratteristiche delle abitazioni cambino a seconda della posizione geografica. La valutazione del mercato di caratteristiche quali, ad esempio, la dimensione e l'età dell'immobile, in generale cambia nello spazio. Di conseguenza, i modelli che incorporano variabili geografiche solo in forma additiva sono caratterizzati da incorretta specificazione.

Più in generale, dunque, si pone il problema di identificare il mercato di riferimento e gli eventuali sotto-mercati in cui questo è suddiviso (cfr. Bourassa et al., 2003). Il mercato di riferimento viene generalmente identificato sulla base di un determinato livello di disaggregazione geografica. La gran parte della letteratura utilizza come mercato di riferimento l'area metropolitana (cfr. e.g. Malpezzi, Ozanne e Thibodeau, 1980, Follain e Malpezzi, 1980, mentre altri lavori fanno riferimento alla dimensione regionale o nazionale (e.g. Linneman, 1981, Struyk, 1980, Mills e Simenauer, 1996).

L'identificazione dei sotto-mercati rilevanti può essere determinata in modo oggettivo, sulla base di confini geografici o politici (Adair et al., 2000, Goodman e Kawai, 1982, Schnare e Struyk, 1976, Straszheim, 1975, Gabriel, 1984) oppure delle suddivisioni territoriali utilizzate dagli agenti immobiliari (e.g. Palm, 1976, Michaels e Smith, 1990, Bourassa et al., 1999). In alternativa, la definizione dei sottomercati di riferimento può essere endogena, cioè determinata sulla base delle caratteristiche dei dati utilizzati. Una parte della letteratura ha utilizzato tecniche statistiche, (analisi fattoriale, componenti principali, cluster analysis), per identificare i sotto-mercati rilevanti (e.g. Dale e Johnson, 1982, Maclennan e Tu, 1996, Bourassa et al., 1999, 2003).

Numerosi studi hanno utilizzato le differenze spaziali nei coefficienti di un modello edonico per identificare endogenamente sotto-mercati o segmenti del mercato immobiliare (Rothenberg et al. 1991). Goodman e Thibodeau (1998) elaborano una metodologia per identificare i confini dei sotto-mercati immobiliari basata sull'ipotesi che le caratteristiche che determinano i prezzi delle abitazioni siano ordinabili gerarchicamente in base alla dimensione geografica di riferimento (quartiere, circoscrizione, comune, etc.). Goodman e

Thibodeau (2003) mostrano che questo modello di identificazione endogena della segmentazione geografica ha la stessa capacità predittiva, ma maggiore efficienza, rispetto a modelli basati sui codici postali o sulle zone censuarie per la definizione dei sotto-mercati.

Un approccio alternativo consiste nel modellare l'eterogeneità spaziale esplicitando la relazione tra i prezzi impliciti delle singole caratteristiche e le variabili spaziali:

$$P = X\beta(G) + \varepsilon \quad (36)$$

Il metodo dell'espansione spaziale (cfr. Casetti, 1972), consiste nell'integrare le variabili strutturali con le variabili geografiche (G) con:

$$P = X\beta + (XG)\gamma + \varepsilon \quad (37)$$

dove G indica, appropriati indicatori della posizione geografica (dummy geografiche, distanza dal centro, coordinate geografiche, etc.).

Fik, Ling e Mulligan (2003) confrontano la performance di una specificazione edonica additiva, con modelli alternativi contenenti specifiche espansioni spaziali. In particolare, le espansioni utilizzate sono basate, alternativamente o congiuntamente, su dummy geografiche e coordinate geografiche. I risultati mostrano che gli effetti delle caratteristiche strutturali variano significativamente nello spazio, e che la capacità esplicativa *in sample* e predittiva *out of sample* migliora notevolmente utilizzando le specificazioni che includono le coordinate geografiche. In particolare, il modello misto, basato su dummy geografiche e coordinate geografiche, fornisce la performance migliore, ma la performance del modello basato solo sulle coordinate geografiche è solo leggermente inferiore. Inoltre, la dipendenza spaziale osservata nei residui nel modello edonico additivo viene completamente eliminata utilizzando le espansioni spaziali. I risultati dello studio suggeriscono che l'utilizzo delle coordinate cartesiane, in forma polinomiale e opportunamente interagite con le altre variabili, fornisce una ottima alternativa rispetto alla conoscenza dettagliata della struttura territoriale e della definizione dei sotto-mercati di una data area urbana.

Una alternativa di più semplice applicazione, consiste nel far variare i parametri delle variabili strutturali in funzione delle caratteristiche del vicinato (cfr. Can, 1992):

$$P = X\beta + (XN)\gamma + \varepsilon \quad (38)$$

dove N indica appropriati indicatori della qualità del neighborhood. Can e Megbolugbe (1997), utilizzando dati relativi a 944 transazioni avvenute

nell'area metropolitana di Miami nel 1990, mostrano che un'un'espansione spaziale basata sulle caratteristiche del vicinato ($\beta = f(N)$) consente di migliorare significativamente la performance di un modello edonico.

Gayer (2000) valuta se la valutazione del rischio derivante dalla prossimità ad un deposito pericoloso dipenda dalle caratteristiche socio-economiche del neighborhood. Utilizzando uno stimatore a variabili strumentali per tenere conto della possibile simultaneità della relazione tra prezzi delle abitazioni e rischio ambientale, l'analisi mostra che la valutazione del rischio ambientale è maggiore nelle zone con più elevati livelli di istruzione e di reddito. I risultati mostrano anche che i rischi ambientali sono mediamente più elevati nelle zone dove i prezzi delle abitazioni sono bassi, indicando che la collocazione delle disamenità ambientali tiene conto delle caratteristiche della popolazione. Roehner (1999) esamina la distribuzione geografica della dinamica della bolla speculativa nel periodo 1984-1993 per i 20 distretti di Parigi.

5.3 Modelli per la dipendenza spaziale

L'evidenza empirica ha mostrato che l'utilizzo di indicatori geografici espliciti (distanza dai centri dell'attività economica o dalle amenità rilevanti) o impliciti (set di dummy geografiche) o di coordinate geografiche, sia in forma additiva che moltiplicativa, generalmente non è sufficiente per modellare la dipendenza spaziale in modo soddisfacente. La letteratura ha mostrato che gli indicatori geografici spesso non sono significativi,³¹ e la correlazione spaziale dei residui è presente anche in modelli edonici che includono tali indicatori (cfr. Belsley, Kuh e Welch, 1980).

Un approccio alternativo consiste nell'utilizzare tecniche di econometria spaziale per modellare la dipendenza spaziale tra le osservazioni.³² Una classe di modelli ampiamente utilizzati per analizzare data-set sezionali sono i modelli spaziali autoregressivi (cfr. Anselin e Griffith, 1988, Anselin, 1991):

$$\begin{aligned} P &= \rho W_1 P + X\beta + u \\ u &= \lambda W_2 u + \varepsilon \\ \varepsilon &\sim N(0, \sigma^2 I_n) \end{aligned} \tag{39}$$

³¹“Most hedonic estimations show few significant coefficients on the neighborhood and accessibility variables.” (Dubin, 1992, p. 433).

³²Cfr. Pace, Barry and Sirmans (1998) per una introduzione all'applicazione dei modelli di econometria spaziale ai mercati immobiliari.

dove P rappresenta le n osservazioni sezionali sulla variabile dipendente (in questo caso i prezzi delle abitazioni), e X una matrice $n \times k$ di variabili esplicative (caratteristiche strutturali, del neighborhood, etc.). W_1 e W_2 sono matrici di pesi spaziali che descrivono le relazioni di contiguità o di distanza tra le diverse unità (si noti l'analogia con i modelli ARMAX nell'analisi delle serie storiche). In particolare, nel caso della contiguità spaziale, tali matrici assumono valore zero lungo la diagonale principale e in corrispondenza di coppie di osservazioni non contigue, e valore uno in corrispondenza di coppie di osservazioni contigue (sulla base di una specifica definizione di contiguità geografica).

Dal modello generale in (39) è possibile ottenere modelli particolari attraverso opportune restrizioni. In particolare, se $\beta = 0$ e $\lambda = 0$ si ottiene il modello autoregressivo spaziale puro di primo ordine

$$P = \rho W_1 P + \varepsilon \quad (40)$$

che corrisponde concettualmente al modello time series AR(1). Tale modello spiega le differenze tra i prezzi rilevati in ciascuna zona unicamente in base ad opportune combinazioni lineari dei prezzi rilevati nelle zone contigue. Se solo $\lambda = 0$ si ottiene il modello SAR misto

$$P = \rho W_1 P + X\beta + \varepsilon, \quad (41)$$

che considera anche l'effetto di un set di variabili esplicative, e corrisponde concettualmente al modello time series ARX(1). Can e Megbolugbe (1997) mostrano che un modello spaziale autoregressivo misto consente di migliorare significativamente l'efficienza delle stime e la capacità esplicativa e previsionale rispetto a una specificazione edonica tradizionale.

Se $\rho = 0$ si ottiene un modello di regressione con autocorrelazione spaziale negli errori

$$\begin{aligned} P &= X\beta + u \\ u &= \lambda W_2 u + \varepsilon \end{aligned} \quad (42)$$

che corrisponde concettualmente al modello time series MA(1).

L'estensione dell'approccio edonico per tenere conto della struttura spaziale dei dati rappresenta una delle aree della ricerca sui mercati immobiliari locali in maggiore crescita, grazie anche alle potenzialità offerte da software geografici GIS.³³

³³Cfr. Can (1992), Dubin (1992), Basu e Thibodeau (1998), Gillen, Thibodeau e Wachter (2001).

Gilley e Pace (1997) trovano un miglioramento dell'efficienza delle stime del 44 per cento utilizzando un modello autoregressivo spaziale, rispetto OLS. Thibodeau (2002) mostra che la capacità esplicativa di un modello edonico aumenta di circa il 20 per cento quando la struttura spaziale viene modellata esplicitamente. Pace e Gilley (1997) e Pace et al. (1998) estendono il modello autoregressivo spaziale introducendo una componente autoregressiva spazio-temporale: il set di variabili esplicative include non solo i prezzi delle abitazioni vicine nello stesso istante temporale, ma anche i prezzi delle abitazioni vicine ritardati.

Clapp, Kim e Gelfand (2002) propongono un modello che utilizza un approccio semi-parametrico (regressioni polinomiali locali) per descrivere l'eterogeneità spaziale dei prezzi ed incorpora un approccio bayesiano per modellare la struttura spaziale degli errori. Salvi (2003) utilizza un modello edonico con spatial error component (SEC) per valutare l'impatto sui prezzi delle abitazioni della prossimità ad un aeroporto nell'area metropolitana di Zurigo.

6 Conclusioni

Negli ultimi decenni la letteratura economica sui mercati immobiliari è cresciuta in modo esponenziale. Questo lavoro ha presentato una rassegna della letteratura sulle determinanti dei prezzi delle abitazioni a livello microeconomico. In particolare, la prima parte del lavoro ha esaminato, a livello metodologico, la modellizzazione dell'eterogeneità intrinseca delle abitazioni, ed i principali approcci per la costruzione di indici dei prezzi delle abitazioni. Nella seconda parte del lavoro sono stati discussi i contributi relativi alle determinanti del prezzo delle abitazione, distinguendo tra effetti del vicinato (*neighborhood effects*) e effetti della posizione (*adjacency effects*).

L'analisi della letteratura ha evidenziato una serie di importanti implicazioni per la politica economica. L'identificazione dei fattori strutturali, territoriali e geografici che contribuiscono alla determinazione dei prezzi delle abitazioni consente di ottenere indici di prezzo, che permettono di quantificare a livello aggregato gli effetti di variazioni dei prezzi degli immobili sulle scelte e sul benessere delle famiglie. In secondo luogo, la stima del prezzo implicito attribuito dal mercato a ciascuna caratteristica consente di valutare l'impatto di variazioni di singole caratteristiche sul benessere individua-

le. Questo consente di migliorare la formulazione delle politiche territoriali, infrastrutturali ed ambientali.³⁴

³⁴Cfr Lake et al. (2000) per una rassegna sull'utilizzo dei GIS per la stima di modello di prezzo edonici.

7 Bibliografia

- Adair, Alastair, Stanley McGreal, Austin Smyth, James Cooper and Tim Ryley. House Prices and Accessibility: The Testing of Relationships within the Belfast Urban Area. *Housing Studies*, 15(5), September 2000, pp. 699-716.
- Alonso, W. (1964) *Location and Land Use. Toward a General Theory of Land*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Anglin, P., R. Gencay R. (1996) Semiparametric Estimation of a Hedonic Price Function. *Journal of Applied Econometrics*, 11(6), November 1996, pp. 633-48.
- Anselin, L. (1991). *Spatial Econometrics*. In Baltagi BH (Ed.). *A companion to Theoretical Econometrics*, Blackwell, Oxford.
- Anselin, L., Griffith, D.A. (1988). Do spatial effects really matter in regression analysis? *Papers of the Regional Science Association*, V ol. 65, pp. 11-34.
- Archer, W., D. Gatzlaff, and David Ling "Measuring the Importance of Location in Residential House Price Appreciation", *Journal of Urban Economics*, Vol. 40, No. 3, November 1996.
- Asabere, P. Huffman, F., S. Hehdian (1994) The adverse effects of local historic designation: the case of small apartment building in Philadelphia, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 8, 225-264.
- Bailey, M., Muth, R., Nourse, H. (1963) A Regression Method for Real Estate Price Index Construction, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 58, No. 304, 933-942.
- Ball, Michael J. (1973) Recent Empirical Work on the Determinants of Relative House Prices. *Urban Studies*, 10, June, pp. 213-33.
- Basu, Sabyasachi and Thomas G. Thibodeau. Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17(1), July 1998, pp. 61-85.

- Bayley, M.J., R.F. Muth, H.O. Nourse. (1963) "A Regression Model for Real Estate Price Index Construction", *Journal of American Statistical Association* 58:933-942.
- Belsley, D., Kuh, E., Welch, R. (1980) *Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Source of Collinearity*, John Wiley, New York.
- Benjamin, J. D., Sirmans, G. (1996), Mass Transportation, Apartment Rent and Property Values, *Journal of Real Estate Research*, 12:1, 1-8
- Benson, Hansen, Schwartz, Smersh (1988), "Pricing Residential Amenities: The Value of a View," *Journal of Real Estate Finance and Economics*; 16(1), pages 55-73.
- Beron, K. (1997), "An Analysis of the Housing Market before and after the 1989 Loma Prieta Earthquake," *Land Economics*; 73(1), February 1997, 101-13.
- Blomquist, G. (1974) The Effect of Electric Utility Power Plant Location on Area Property Value, *Land Economics*, 50:1, 97-100
- Bourassa, Steven C., Foort Hamelink, Martin Hoesli and Bryan D. MacGregor. Defining Housing Submarkets. *Journal of Housing Economics*, 8, 1999, pp. 160-84.
- Bourassa, S., Hoesli, M., V. Peng (2003) Do housing market really matter? *Journal of Housing Economics*, 12, 12-28.
- Boyle, M. A., K. A. Kiel (2001) "A Survey of House Price Hedonic Studies of the Impact of Environmental Externalities", *Journal of Real Estate Literature* 9(2), 117-144.
- Brasington, D., D. Hite (2005) Demand for environmental quality: a spatial hedonic analysis, *Regional Science and Urban Economics*, 35(1), 57-82.
- Brueckner, J. (1979) A model of non-central production in a monocentric city, *Journal of Urban Economics*, 6, 444-630.
- Butler, Richard V. The Specification of Hedonic Indexes for Urban Housing. *Land Economics*, 58(1), February 1982, pp. 96-108.

- Can, A. (1992) Specification and Estimation of Hedonich Housing Price Models, *Regional Science and Urban Economics*, 22, 453-472.
- Can, A., I. Megbolugbe (1997) Spatial dependence and house price index construction, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14, p. 203-222.
- Capozza, Dennis R., Richard K. Green and Patric H. Hendershott (1996). Taxes, Mortgage Borrowing and Residential Land Prices. In Henry Aaron and William Gale (eds.), *Economic Effects of Fundamental Tax Reform*. The Brookings Institution.
- Capozza, D.R., G.A. Sick. (1994) "The Risk Structure of Land Markets", *Journal of Urban Economics* 35:297-319.
- Case, K.E., J.H., Grant (1991) Property tax incidence in a multijurisdictional neoclassical model, *Public Finance Quarterly*, 19(4), 379-392.
- Case, Karl E. and Mayer, Christopher J., (1995) Housing Price Dynamics Within a Metropolitan Area. NBER Working Paper No. W5182.
- Case, K.E., C.J. Mayer. (1996) "House Price Dynamics within a Metropolitan Area", *Regional Science and Urban Economics* 26(2-3).
- Case, B., J.M. Quigley. (1991) "The Dynamics of Real Estate Prices", *Review of Economics and Statistics* 73(1):50-58.
- Case, B., Pollakowski, H. O. and S. M. Wachter (1991), On Choosing among House Price Index Methodologies, *AREUEA Journal*, 19(3), 286-307.
- Case, K.E., R.J. Shiller (1987) "Prices of Single Family Homes Since 1970: New Indexes for Four Cities", *NBER*, Working Paper n.2393.
- Case, Karl E. and Robert J. Shiller. (1989) The Efficiency of the Market for Single Family Homes. *American Economic Review*, 79(1), 125-37.
- Case, K.E., R.J. Shiller. (1994) "A Decade of Boom and Bust in the Prices of Single Family Homes: Boston and Los Angeles, 1983 to 1993", *New England Economic Review* (Mar.-Apr.):40-51.
- Casetti, E. (1972) Generating Models by the Expansion Method: applications to Geographical Research, *Geographical analysis*, 4, 81-91.

- Cassel, E., R. Mendelsohn (1985) Choice of Functional Form for Hedonic Price Equations: Comment. *Journal of Urban Economics*, 18, pp. 135-42.
- Chambers, Daniel. The Racial Housing Price Differential and Racially Transitional Neighborhoods. *Journal of Urban Economics*, 32(2), 1992, pp. 214-32.
- Chattopadhyay, S. (1999) "Estimating the demand for air quality: New evidence based on the Chicago housing market," *Land Economics*, 75 (1), 22-38.
- Cheshire, Paul and Stephen Sheppard. Estimating the Demand for Housing, Land and Neighborhood Characteristics. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 60(3), 1998, pp. 357-82.
- Chinloy, Peter T. (1977), "Hedonic Price and Depreciation Indexes for Residential Housing: A Longitudinal Approach," *Journal of Urban Economics*, 4(4), pp. 469-82.
- Cho, M. (1996) "House Price Dynamics: A Survey of Theoretical and Empirical Issues", *Journal of Housing Research* 7(2):145-172.
- Chowhan, James and Marc Prud'homme (2000). *City Comparisons of Shelter Costs in Canada: A Hedonic Approach*. Ottawa: Statistics Canada.
- Clapp, J. (2004) A Semi Parametric Method for Estimating Local House Price Indices, *Real Estate Economics*, 32(1), 127-160.
- Clapp, J., Giaccotto, C. (1998) Price Indices Based on the Hedonic Repeat-Sale Method: Application to the Housing Market. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 16(1), 5-26.
- Clapp J. and C. Giaccotto (1992), Estimating Price Indices for Residential Property: A Comparison of Repeat Sales and Assessed Value Methods. *J. Amer. Statist. Assoc.* 87 (1992), pp. 300-306.
- Clapp, J.M., C. Giaccotto. (1994) "The Influence of Economic Variables on Local House Price Dynamics", *Journal of Urban Economics* 36(2):161-183.

- Clapp, J. M., C. Carmelo Giaccotto (1998). Residential Hedonic Models: A Rational Expectations Approach to Age Effects. *Journal of Urban Economics*, 44(3), p. 415-37.
- Clapp, John M., Carmelo Giaccotto and Dogan Tirtiroglu. Housing Price Indices: Based on All Transactions Compared to Repeat Subsamples. *AREUEA Journal*, 19(3), Fall 1991, pp. 270-285.
- Clapp, J., Kim, H., A. Gelfand (2002) Predicting spatial patterns of house prices using LPR and Bayesian smoothing, *Real Estate Economics*, 30(4), 505-532.
- Clark, D.E., Herrin, W.E., "Historical Preservation Districts and Home Sale Prices: Evidence from the Sacramento Housing Market," *Review of Regional Studies*; 27(1), 29-48.
- Collins, A., Evans, A. (1994) "Aircraft Noise and Residential Property Values: An Artificial Neural Network Approach," *Journal of Transport Economics and Policy*, 28(2), 175-97.
- Costello, G and Watkins, C (2002) Towards a system of local house price indices, *Housing Studies*, 17, 857-873.
- Court, A. (1939) *Hedonic Price Indexes with Automotive Examples. The Dynamics of Automobile Demand*, General Motors, New York.
- Crone T. and Voith R. (1992) Estimating House Price Appreciation: A Comparison of Methods. *J. Housing Econ.* 2 (1992), pp. 324-338.
- Cropper, M., Deck, L., K. McConnell (1988) On the choice of functional form for hedonic price functions, *Review of Economics and Statistics*, 70(4), 668-675.
- Cropper, M., Gordon, P. (1991) Wasteful commuting: a re-examination. *Journal of Urban Economics* 29, 2-13.
- Dale, L., et al. (1999) "Do property values rebound from environmental stigmas? Evidence from Dallas," *Land Economics*, 75 (2), 311-326.
- Dale-Johnson, D. (1982) An alternative approach to housing market segmentation using hedonic pricing data, *Journal of Urban Economics*, 11, 311-332.

- De Leeuw, F. (1971) The Demand for Housing: A Review of Cross-Section Evidence. *Frank de Leeuw. The Review of Economics and Statistics*, 53(1), 1-10.
- Diamond, D. (1980) The relationship between amenities and urban land prices, *Land Economics*, 56(1), 21-32.
- Din, Allan, Martin Hoesli and Andre Bender. Environmental Values and Real Estate Prices. *Urban Studies*, 38(100), October 2001, pp. 1989-2000.
- Do, Q., Wilbur, R., J. Short (1994) An empirical examination of the externalities of neighborhood churches on housing values, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 9, 127-136.
- Dombrow, Jonathan & Knight, J R & Sirmans, C F, 1997. "Aggregation Bias in Repeat-Sales Indices," *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Springer, vol. 14(1-2), pages 75-88.
- Dorfman, J.H., Keeler, A.G., Kriesel, W. (1996) "Valuing Risk Reducing Interventions with Hedonic Models: The Case of Erosion Protection," *Journal of Agricultural and Resource Economics*; 21(1), 109-19.
- Dubin, Robin A. Spatial Autocorrelation and Neighborhood Quality. *Regional Science and Urban Economics*, 22(3), September 1992, pp. 433-52.
- Dubin, Robin A.; Sung, Chein Hsing, "Specification of Hedonic Regressions: Non-nested Tests on Measures of Neighborhood Quality," *Journal of Urban Economics*, 27(1), January 1990, pp. 97-110.
- Edel, Matthew and Elliot Sclar. Taxes, Spending and Property Values: Supply Adjustment in a Tiebout-Oates Model. *Journal of Political Economy*, 82, September 1974, pp. 941-54.
- Englin, J. (1996) "Estimating the Amenity Value of Rainfall," *Annals of Regional Science*; 30(3), 273-83.
- Englund, Peter, John M. Quigley and Christian L. Redfearn. Improved Price Indexes for Real Estate: Measuring the Course of Swedish Housing Prices. *Journal of Urban Economics*, 44(2), September 1998, pp. 171-96.

- Ermisch, John F., J. Findlay and Kenneth Gibb. The Price Elasticity of Housing Demand in Britain: Issues of Sample Selection. *Journal of Housing Economics*, 5(1), March 1996, pp. 64-86.
- Fik, T., Ling, D. and Mulligan, G. (2003) Modeling spatial variation in housing prices: a variable interaction approach, *Real Estate Economics*, 31(4), pp. 623-646.
- Follain, James R. and Emmanuel Jimenez (1985). Estimating the Demand for Housing Characteristics: A Survey and Critique. *Regional Science and Urban Economics*, 15(1), 1985, pp. 77-107.
- Follain, James R. and Stephen Malpezzi. Estimates of Housing Inflation for Thirty-Nine SMSAs: An Alternative to the Consumer Price Index. *Annals of Regional Science*, November 1980, pp. 41-56.
- Follain, James R. and Stephen Malpezzi. Another Look at Racial Differences in Housing Prices. *Urban Studies*, 18(2), June 1981, pp. 195-203.
- Follain, James R. and Larry Ozanne, with Verna Alberger. *Place to Place Indexes of the Price of Housing*. Urban Institute, 1979.
- Forrest, D., Glen, J., Ward, R. (1996) "The Impact of a Light Rail System on the Structure of House Prices: A Hedonic Longitudinal Study," *Journal of Transport Economics and Policy*; 30(1), 15-29.
- Freeman, A. Myrick. Hedonic Prices, Property Values and Measuring Environmental Benefits: A Survey of the Issues. *Scandinavian Journal of Economics*, 81(2), 1979, pp. 154-73.
- Gabriel, Stuart A. A Note of Housing Market Segmentation in an Israeli Development Town. *Urban Studies*, May 1984, pp. 189-94.
- Galster, G. (1987) Residential segregation and interracial economic disparities: a simultaneous-equation approach, *Journal of Urban Economics*, 21, 22-44.
- Galster, G. (1992) Research on Discrimination in Housing and Mortgage Markets: Assessment and Future Directions. *Housing Policy Debate*, 3(2), pp. 639-84.

- Galster, G., Y. Williams (1994) Dwellings for the severely mentally disabled and neighborhood property values, *Land Economics*, 70(4), 466-477.
- Gamble, H. B., Downing, R. (1982) Effects of Nuclear Power Plants on Residential Property Values, *Journal of Regional Science*, 22:4, 457-78
- Gat, D. (1996) "A Compact Hedonic Model of the Greater Tel Aviv Housing Market," *Journal of Real Estate Literature*; 4(2), 163-72.
- Gatzlaff, D., D. Ling (1994) "Measuring Changes in Local House Prices: An Empirical Investigation of Alternative Methodologies," *Journal of Urban Economics*, 35(2), pp. 221-44.
- Gatzlaff, D.H., D.R. Haurin. (1997) "Sample Selection Bias and Repeat-Sales Index Estimates", *Journal of Real Estate Finance and Economics* 14(1), p.350.
- Gatzlaff, D. H., M. T. Smith (1993) The Impact of the Miami Metrorail on the Value of Residences Near Station Locations, *Land Economics*, 69:1, 54-66.
- Gayer, T. (2000) "Neighborhood demographics and the distribution of hazardous waste risks: An instrumental variables estimation," *Journal of Regulatory Economics*, 17 (2), 131-155.
- Gencay, R., X. Yang (1996) A forecast comparison of residential housing prices by parametric versus semiparametric conditional mean estimators, *Economics Letters*, 52(2), 129-135.
- Gillen, Kevin, Thomas Thibodeau and Susan Wachter. Anisotropic Autocorrelation in House Prices. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 23(1), July 2001, pp. 5-30.
- Gilley, Otis W. and R. Kelley Pace. Improving Hedonic Estimation with an Inequality Restricted Estimator. *Review of Economics and Statistics*, 77(4), November 1995, pp. 609-21.
- Goetzmann, W., (1992) The Accuracy of Real Estate Indices: Repeat Sales Estimators. *J. Real Estate Finance Econ.* 5 (1992), pp. 553.
- Goetzmann W. and M. Spiegel, Non-temporal Components of Real Estate Appreciation. *Rev. Econ. Statist.* 77 (1995), pp. 199-206.

- Goetzmann W., Spiegel J. (1997) A Spatial Model of Housing Returns and Neighborhood Substitutability, *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, Volume 14(1), pp. 11-31.
- Goodman, A. (1978) Hedonic Prices, Price Indices and Housing Markets, *Journal of Urban Economics*, 5, pp. 471-484.
- Goodman, A. (1998) Andrew Court and the Invention of Hedonic Price Analysis, *Journal of Urban Economics*, 44, 291-298.
- Goodman, A., M. Kawai (1982), Permanent income, hedonic prices, and demand for housing: new evidence, *Journal of Urban Economics*, 25, 81-102.
- Goodman, A.C., T.G. Thibodeau. (1995) "Age Related Heteroscedasticity in Hedonic House Price Equations", *Journal of Housing Research* 6(1), 22-42.
- Goodman, A.C., T.G. Thibodeau. (1997) "Dwelling-Age Related Heteroscedasticity in Hedonic House Price Equations: an Extension", *Journal of Housing Research*, 8(2), 299-317.
- Goodman, A.C., T.G. Thibodeau. (1998) "Dwelling Age Related Heteroscedasticity in Repeat Sales House Price Equations", *Real Estate Economics* 26:151-171.
- Goodman, A, T. Thibodeau, T. (2003) Housing Market Segmentation and Hedonic Prediction Accuracy. *Journal of Housing Economics* 12(3):181-201.
- Grass, R. G. (1992), The Estimation of Residential Property Values Around Transit Station Sites in Washington, D.C., *Journal of Economics and Finance*, 16:2, 139-46.
- Graves, P. (1988), "The Robustness of Hedonic Price Estimation: Urban Air Quality," *Land Economics*, 64(3), 220-33.
- Griliches, Z. (1958) The demand for fertilizer: An econometric reinterpretation of a technical change. *Journal of Farm Economics* 40, pp. 591-606.

- Griliches, Z. (1961) Hedonic prices for automobiles: An econometric analysis of quality change. The Price Statistics of the Federal Government, General Series No. 73, Columbia Univ. Press for the National Bureau of Economic Research, New York, 137-196.
- Griliches, Z. (1967) Hedonic Price Indexes Revisited: Some Notes on the State of the Art, Proceedings of the Business and Economic Statistics Section, American Statistical Association, 324-332.
- Griliches, Z. (1971) Hedonic Price Indexes of Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change, in Zvi Griliches (ed.), Price Indexes and Quality Change: Studies in New Methods of Measurement, Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Griliches, Z. (1990) Hedonic price indexes and the measurement of capital and productivity: Some historical reflections. Fifty Years of Economic Measurement, Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Gyourko, J., Voith, R. (1992) Local market and national components in house price appreciation" *Working paper n. 1184* University of California at Los Angeles, Anderson Graduate School of Management.
- Halverson, Robert and Henry O. Pollakowski (1981). Choice of Functional Form for Hedonic Price Equations. *Journal of Urban Economics*, 10(1), pp. 37-49.
- Harrison, D., Rubinfeld, D.L. (1978) "Hedonic Housing Prices and the Demand for Clean Air," *Journal of Environmental Economics and Management*, 5(1), 81-102.
- Harrison, D., Stock, J.H. (1984) "Hedonic Housing Values, Local Public Goods, and the Benefits of Hazardous Waste Cleanup," Harvard Energy and Environmental Policy Center Discussion Paper Series: E-84-09.
- Haurin, D. R. and D. Brasington, School Quality and Real House Prices: Inter- and Intrametropolitan Effects, *Journal of Housing Economics*, 1996, 5, 351-68.
- Haurin, Donald R. and Patric J. Hendershott. House Price Indexes: Issues and Results. *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association* 19(3), Fall 1991, p. 259-269.

- Heikkila, E., P. Gordon, J. Kim (1989) What happened to the CBD-Distance Gradient? Values in a Polycentric city, *Environment and Planning*, 21, 221-32.
- Henneberry, J. (1996) Transport investment and house prices, *Journal of Property, Valuation and Investment*, 16, 144-158.
- Hill, C., Sirmans C. F. , and J. Knight (1995) Estimating capital asset price indexes, working paper, Center for Real Estate and Urban Economic Studies.
- Hoffman, Johannes and Claudia Kurz. Rent Indices for Housing in West Germany: 1985 to 1998. European Central Bank Working Paper No. 116, January 2002.
- Hosios A. and J. Pesando (1991) Measuring Prices in Resale Housing Markets in Canada: Evidence and Implications. *J. Housing Econ.* 1, pp. 303-317.
- Hughes, W.T., Sirmans, C. F. (1992) "Traffic Externalities and Single-Family House Prices," *Journal of Regional Science*, 32(4), 487-500.
- Hwang, M., J. Quigley (2004) Economic Fundamentals in Local Housing Markets: Evidence from U.S. Metropolitan Regions., Working Papers Berkeley Program On Housing and Urban Policy.
- Jud, G. Donald and Terry G. Seaks. Sample Selection Bias in Estimating Housing Sales Prices. *Journal of Real Estate Research*, 9(3), Summer 1994, pp. 289-98.
- Jud, G. Donald and J.M. Watts. Schools and Housing Values. *Land Economics*, 57(3), August 1981, ppp. 459-70.
- Jud, G.D., Winkler, D.T. (2002). "The Dynamics of Metropolitan Housing Prices," *Journal of Real Estate Research*, American Real Estate Society, 23(1/2), 29-46.
- Kain, John F. and John M. Quigley. Housing Market Discrimination, Home Ownership, and Savings Behavior. *American Economic Review*, 62, 1972, pp. 263-77.

- King, A. Thomas. Estimating Property Tax Capitalization: A Critical Comment. *Journal of Political Economy*, 85(2), 1977, pp. 425-31.
- Knight, J.R., R. Carter Hill and C.F. Sirmans. Biased Prediction of Housing Values. *AREUEA Journal*, 20(3), Fall 1992, pp. 427-456.
- Lancaster, K. (1966) A New Approach to Consumer Theory, *Journal of Political Economy*, 74, 132-157.
- Lake I. R.; Lovett A. A.; Bateman I. J.; Day B. (2000) "Using GIS and large-scale digital data to implement hedonic pricing studies," *International Journal of Geographical Information Science*, 14 (6), 521-541.
- Leggett, C.G., Bockstael, N.E. (2000) "Evidence of the effects of water quality on residential land prices," *Journal of Environmental Economics and Management*, 39 (2), 121-144.
- Levesque, T. J. (1994) "Modelling the Effects of Airport Noise on Residential Housing Markets: A Case Study of Winnipeg International Airport," *Journal of Transport Economics and Policy*, 28(2),199-210.
- Li, M. M. and H. J. Brown, Micro-Neighborhood Externalities and Hedonic Housing Prices, *Land Economics*, 1980, 56:2, 125-40.
- Linneman, Peter. The Demand for Residence Site Characteristics. *Journal of Urban Economics*, 1981, pp. 129-48.
- McLennan, Duncan and Yong Tu. Economic Perspectives on the Structure of Local Housing Systems. *Housing Studies*, 11(3), July 1996, pp. 387-406.
- McDonald, J., D. McMillen (1990) Employment sub-centers and land values in a polycentric urban area: the case of Chicago, *Environment and Planning*, 22, 1561-74.
- McMillan, M.L., Reid, B.G.; Gillen, D. W. (1980) "An Extension of the Hedonic Approach for Estimating the Value of Quiet," *Land Economics*, 56(3), pp. 315-28.
- Mahan, B. L., S. Polasky, and R. M. Adams (2000) "Valuing urban wetlands: A property price approach," *Land Economics*, 76 (1), 100-113.

- Malpezzi, S. (2002) Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review, in: *Housing Economics: Essays in Honor of Duncan MacLennan* Edited by Kenneth Gibb and Anthony OSullivan.
- Malpezzi, Stephen, Larry Ozanne and Thomas Thibodeau. *Characteristic Prices of Housing in 59 SMSAs*. The Urban Institute, 1980.
- Malpezzi, Stephen, Larry Ozanne and Thomas Thibodeau. Microeconomic Estimates of Housing Depreciation. *Land Economics*, 63(4), November 1987, pp. 373-85.
- Mark J. and M. Goldberg, *Alternative Housing Price Indices: An Evaluation*. *AREUEA J.* 12 (1984), pp. 3049.
- Mason, Carl and John M. Quigley. Non-Parametric Housing Prices. *Housing Studies*, 11(3), July 1996, pp. 373-85.
- McDougall, G. S. (1976) "Hedonic Prices and the Demand for Local Public Goods," *Public Finance*, 31(2), pp. 265-79.
- Meese R., Wallace N. (1991) Nonparametric Estimation of Dynamic Hedonic Price Models and the Construction of Residential Housing Price Indices. *AREUEA J.* 19 (1991), pp. 308-332.
- Meese, R., Wallace, N. (1997) The Construction of Residential Housing Price Indexes: A Comparison of Repeat Sales, Hedonic Regression, and Hybrid Approaches. *Journal of Real Estate Finance and Economics* 14, pp. 51-74.
- Michael, H. J., K. J. Boyle, and R. Bouchard (2000) "Does the measurement of environmental quality affect implicit prices estimated from hedonic models?," *Land Economics*, 76 (2), 283-298.
- Michaels, R., V. Smith, (1990) Market segmentation and valuing amenities with hedonic models: the case of hazardous waste sites, *Journal of Urban Economics*, 28, 223-242.
- Milon, J., Gressel, J., Mulkey, D. (1984) "Hedonic Amenity Valuation and Functional Form Specification," *Land Economics*, 60(4), 378-87.
- Mills, E. (1972) *Studies in the Structure of the Urban Economy*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.

- Mills, E. S., R. Simenauer (1996) New Hedonic Estimates of Regional Constant Quality Housing Prices. *Journal of Urban Economics*, 39(2), pp. 209-215.
- Moulton, Brent R. Interarea Indexes of the Cost of Shelter Using Hedonic Quality Adjustment Techniques. *Journal of Econometrics*, 68(1), 1995, pp. 181-204.
- Mozolin, M. (1994) The Geography of Housing Values in the Transformation to a Market Economy - A Case Study of Moscow. *Urban Geography*, 15(2), pp. 107-127.
- Murdoch, J., Singh, H., M. Thayer (1993) The impact of natural hazards on housing values: the Loma Prieta earthquake, *Journal of the American Association of Real Estate and Urban Economics*, 21, 167-184.
- Murdoch, J.C., Thayer, M.A. (1988), "Hedonic Price Estimation of Variable Urban Air Quality," *Journal of Environmental Economics and Management*, 15(2), 143-46.
- Muth, R. (1969) *Cities and Housing*, University of Chicago Press, Chicago.
- Nelson, J. P. (1978) "Residential Choice, Hedonic Prices, and the Demand for Urban Air Quality," *Journal of Urban Economics*, 5(3), 357-69.
- North, J. H., Griffin, C. C. (1993) "Water Source as a Housing Characteristic: Hedonic Property Valuation and Willingness to Pay for Water," *Water Resources Research*, 29(7), 1923-29.
- Oates, W. (1969) The effects of property taxes and local public spending on property values: An empirical study of tax capitalization and the Tiebout hypothesis. *Journal of Political Economy*, 77, pp. 957-971.
- Ozanne, Larry and Stephen Malpezzi. The Efficacy of Hedonic Estimation with the Annual Housing Survey: Evidence from the Demand Experiment. *Journal of Economic and Social Measurement*, 13(2), July 1985, pp. 153-72.
- Pace, R. (1993) Nonparametric Methods with Applications to Hedonic Models. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 7(3), pp. 185-204.

- Pace, R. (1995), "Parametric, Semiparametric, and Nonparametric Estimation of Characteristic Values within Mass Assessment and Hedonic Pricing Models," *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 11(3), pp. 195-217.
- Pace, R., O. Gilley (1997) "Using the Spatial Configuration of the Data to Improve Estimation," *Journal of Real Estate Finance and Economics*; 14(3), May, 333-40.
- Pace, R., Barry, R., Sirmans, C. (1998) *Spatial Statistics and Real Estate*, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17(1), 5-13.
- Palm, R. (1976) *Urban social geography from the perspective of the real estate salesman*. Center for Real Estate and Urban Economics Research report No. 38, University of California, Berkeley.
- Palmquist, Raymond B. (1989), "Land as a Differentiated Factor of Production: A Hedonic Model and Its Implications for Welfare Measurement," *Land Economics*, 65(1), February, pp. 23-28.
- Palmquist, Raymond B. (1991), "Hedonic Methods," Braden, John B., Kolstad, Charles D. (eds.) *Measuring the demand for environmental quality*. Contributions to Economic Analysis, no. 198, Amsterdam; Oxford and Tokyo: North-Holland, pp. 77-120.
- Palmquist, R. B., Israngkura A. (1999) "Valuing air quality with hedonic and discrete choice models," *American Journal of Agricultural Economics*, 81 (5), 1128-1133.
- Pavlov (2000) *Space-varying regression coefficient: a semi-parametric approach applied to real estate markets*, *Real Estate Economics*, 28: 249-283.
- Pogodzinski, J. M.; Sass, Tim R., (1991), "Zoning and Hedonic Housing Price Models," *Journal of Housing Economics*, 1(3), 271-92.
- Pollakowski, H. M. Stegman and W. Rohe, *Rates of Return on Housing of Low- and Moderate-Income Owners*. *AREUEA J.* 19 (1991), pp. 417-425.

- Quigley, J. (1979) "What Have We Learned About Urban Housing Markets?" in P. Mieszkowski and M. Straszheim, 1979, pp. 391-429.
- Quigley, J. (1995) A Simple Hybrid Model for Estimating Real Estate Price Indexes. *J. Housing Econ.* 4 , pp. 112.
- Quigley, J.M. (1997) "The Economics of Housing", *The International Library of Critical Writings in Economics* Vol.85(1-2), Elgar Reference Collection.
- Roehner, B. (1999) Spatial analysis of real estate price bubbles: Paris, 1984-1993 , *Regional Science and Urban Economics*, 29(1), 73 - 88
- Rosen, S. (1974) Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82, pp. 34-55.
- Rothenberg, Jerome, George Galster, Richard V. Butler and John K. Pitkin. *The Maze of Urban Housing Markets: Theory, Evidence and Policy.* University of Chicago Press, 1991.
- Salvi, M. (2003) Spatial Estimation of the Impact of Airport Noise on Residential Housing Prices, Zurich, Zurich Kantonal Bank, Switzerland.
- Sheppard, Stephen (1999) Hedonic Analysis of Housing Markets. In Paul C. Chesire and Edwin S. Mills (eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*, volume 3. Elsevier.
- Shiller, R. (1993) Measuring Asset Values for Cash Settlement in Derivative Markets: Hedonic Repeated Measures Indices and Perpetual Futures, Cowles Foundation Discussion Paper n. 1036.
- Shilling, James D., C.F. Sirmans and Jonothan F. Dombrow. Measuring Depreciation in Single Family Rental and Owner-Occupied Housing. *Journal of Housing Economics*, 1(4), December 1991, pp. 368-83.
- Schnare, A., R. Struyk, (1976) Segmentation in urban housing markets, *Journal of Urban Economics*, 3, 146-166.
- Smith, V. Kerry; Huang, Ju Chin, (1993) "Hedonic Models and Air Pollution: Twenty-Five Years and Counting," *Environmental and Resource Economics*, 3(4), 381-94.

- Smith, V. Kerry; Huang, Ju Chin, (1995) "Can Markets Value Air Quality? A Meta-analysis of Hedonic Property Value Models," *Journal of Political Economy*, 103(1), 209-27.
- Smith, L., Rosen, K., Fallis, G. (1988), "Recent Developments in Economic Models of Housing Markets", *Journal of Economic Literature*, 26(1), 29-64.
- Smith, B.A., Tesarek, W.P. (1991), "House price and regional real estate cycles; market adjustments in Houston", *American Real Estate and Urban Economics Journal*, Vol. 19 No.3, pp.397-416.
- Soderberg, Bo and Christian Janssen. Estimating Distance Gradients for Apartment Properties. *Urban Studies*, 38(1), January 2001, pp. 61-79.
- Steele, M., and R. Goy, 1997. Short Holds, the Distributions of First and Second Sales, and Bias in the Repeat-Sales Price Index, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 14, pp. 133-154.
- Steinnes, Donald N. (1992) "Measuring the Economic Value of Water Quality: The Case of Lakeshore Land," *Annals of Regional Science*, 26(2),171-76.
- Straszheim, Mahlon. *An Econometric Analysis of the Urban Housing Market*. NBER, 1975.
- Struyk, R. (with Stephen Malpezzi and Frank Wann). *The Performance Funding System Inflation Factor: Analysis of Predictive Ability of Candidate Series and Models*. Urban Institute Working Paper 1436-02, 1980.
- Sullivan, A. (1986) A general equilibrium model with agglomerative economies and decentralized employment, *Journal of Urban Economics*, 20, 55-74.
- Thibodeau, T. (1989) Housing Price Indexes from the 197483 SMSA Annual Housing Surveys. *AREUEA J.* 17, pp. 110-117.
- Thibodeau, Thomas G. Marking Single-Family Property Values to Market Using Hedonic House Price Equations. Presidential Address to the American Real Estate and Urban Economics Association, Atlanta, January 5, 2002.

- Tiebout, M., (1956) A pure theory of local expenditures. *Journal of Political Economy*, 64, 416-424
- Tiwari, Piyush and Hiroshi Hasegawa. House Price Dynamics in Mumbai, 1989-1995. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 12(2), July 2000, pp. 149-63.
- Voith, R. (1991) Transportation, sorting and house values, *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, 19, 117-37.
- Voith, R. (1993) Changing capitalization of CBD-Oriented transportation systems: evidence from Philadelphia, 1970-1988, *Journal of Urban Economics*, 33, 361-76.
- Voith, R. (1996) The suburban housing market: the effects of city and suburban job growth, *Business Review*, Federal Reserve Bank of Philadelphia, 1-13.
- Waddel, P., Berry B., I. Hoch (1993) Residential property values in a multinodal urban area: new evidence on the implicit price of location, *Journal of real Estate Finance and Economics*, 7, 117-141.
- Wang, Ferdinand T. and Peter M. Zorn. Estimating House Price Growth with Repeat Sales Data: What's the Aim of the Game? *Journal of Housing Economics*, 6, 1997, pp. 93-118.
- Webb, C. (1981) The Expected Accuracy of a Real Estate Price Index. Working paper. Department of Mathematics, Chicago State University.
- White, M. (1988) Location choice and commuting behaviour in cities with decentralized employment, *Journal of Urban Economics*, 24, 129-52.
- Zabel, J. E., K. A. Kiel (2000) "Estimating the demand for air quality in four US cities," *Land Economics*, 76 (2), 174-194.
- Zodrow, George. *Local Provision of Public Services: The Tiebout Model After Twenty-Five Years*. NY: Academic Press, 1983.