



Valore edonico dell'accessibilità relativo agli immobili ad uso residenziale: processo di offerta casuale ed applicazione ad un nuovo collegamento ferroviario

Hedonic value of accessibility on residential properties: random bidding foundation and application to new rail track

Dott. Ingg. Francisco MARTINEZ^(*), Francesca PAGLIARA^(**), Adriano TRAMONTANO^(**)

1. Premessa

L'obiettivo di questa pubblicazione è quello di fornire un contributo alla teoria dei prezzi edonici proponendo e calibrando una sua nuova formulazione modellistica derivante dall'assumere che la disponibilità a pagare per l'acquisto di un'abitazione segua la distribuzione dei valori estremi del tipo Fréchet. Il metodo dei prezzi edonici consente la stima del valore di mercato di determinati caratteri o servizi (cosiddetto prezzo edonico), ricavandolo dai prezzi di mercato dei beni che lo incorporano, isolando con tecniche di regressione il contributo che l'attributo di interesse fornisce al prezzo osservato. La formulazione assume inoltre che la proprietà sia assegnata al miglior offerente. La formulazione viene inoltre confrontata con altre più comuni in letteratura che stimano l'impatto della accessibilità ferroviaria nelle vicinanze di una stazione ad Alta Velocità sui valori degli immobili.

2. Introduzione

L'apertura dell'High Speed One (HS1) all'inizio del 1996 ha ridotto drasticamente il tempo di viaggio tra il Regno Unito ed il resto del continente. La suddetta linea ferroviaria è stata costruita per sostenere il traffico di passeggeri internazionali che appunto dal Regno Unito intendono raggiungere l'Europa Continentale ed inoltre per un traffico passeggeri domestico da e per il Kent. La linea, che oltrepassa il fiume Medway e passa sotto il Tamigi per arrivare alla stazione di London St. Pancras, è stata aperta nel novembre del 2007. Essa permette velocità che vanno dai 230 ai 300 km orari e le stazioni intermedie prima di raggiungere il Canale della Manica sono Stratford International, Ebbsfleet International ed Ashford International. Il servizio per i passeggeri internazionali è attualmente fornito da Eurostar con tempi di percorrenza di 2 ore e 15 minuti fino a Parigi Gare du

1. Preface

The objective of this paper is to provide a contribution to hedonic price theory by proposing and testing a new formulation derived from assuming that bids for dwellings follows the extreme value Fréchet distribution. The hedonic pricing method is a method for estimating the market value of certain characters or services, based on market prices of goods that incorporate, isolating with multivariate regression techniques, the contribution that a given attribute gives to the observed price. The proposed formulation assumes that land is auctioned to best bidders. This is compared against other usual formulations in the literature estimating the land price impacts of the improved accessibility brought about by the HSR station in the area surrounding the station.

2. Introduction

The opening of High Speed One (HS1) in early 1996 drastically reduced travel times from U.K. to the mainland. The line was built to carry international passenger traffic from the United Kingdom to Continental Europe; additionally it carries domestic passenger traffic to and from towns and cities in Kent, and has the potential to carry Berne gauge freight traffic. The line, crossing over the River Medway and underneath the River Thames to London St. Pancras railway station, opened in November 2007. It allows speeds of 230 to 300 kilometers per hour (143 to 186 mph). There are intermediate rail stations at Stratford International, Ebbsfleet International and Ashford International. International passenger services are currently provided by Eurostar, with journey times of London Stratford International to Paris Gare du Nord in 2 hours 15 minutes, and Stratford to Brussels-South in 1 hour 51 minutes, using a fleet of 27 Class 373/1 multi-system trains capable of 300 kilometers per hour (186

^(*) Dipartimento di Ingegneria Civile, Università del Cile.

^(**) Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università di Napoli, Federico II.

^(*) Department of Civil Engineering, University of Chile.

^(**) Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, University of Naples Federico II.

Nord e di 1 ora e 50 minuti fino a Brussels Sud usando un convoglio di 27 carrozze classe 373/1 capace di raggiungere i 300 km orari di velocità [22,23]. La linea ad Alta Velocità (AV) ha fortemente aumentato l'accessibilità generando degli impatti sugli utenti in termini di costo di trasporto generalizzato ma ha generato anche impatti sui non-utenti [4], [7], [24]. Questi tipi di impatti sono solitamente suddivisi in impatti territoriali ed impatti economici che sono comunque intrinsecamente correlati. Gli investimenti nelle infrastrutture di trasporto hanno spesso giocato un ruolo chiave nella riqualificazione delle aree urbane. Gli impatti territoriali sono principalmente relativi alla rilocalizzazione di residenze ed attività economiche [12], [5], [21]. Gli impatti economici invece riguardano la variazione di prezzo degli immobili nei dintorni della stazione a causa dell'incremento di accessibilità. L'impatto si riscontra non appena viene comunicata la decisione di costruire l'infrastruttura. I cambiamenti territoriali mostrano come l'accessibilità sia realmente tenuta in conto dagli utenti il che si riflette nella variazione dei prezzi delle proprietà [6].

Al fine di riportare le differenze tra i quartieri, è stato considerato, il quartiere di Camden, dove si trova la stazione ad Alta Velocità di St. Pancras. Camden si trova nella parte nord-ovest di Londra delimitato da Barnet a nord, Islington a est, la City of Westminster a sud e Brent a ovest. Due terminal della Northern Main Line sono inoltre presenti nel quartiere di Camden e sono Euston e King's Cross. Questi terminal sono inoltre collegati alla rete ferroviaria West Coast Main Line, la Midland Main Line e la East Coast Main Line. Il 14 novembre del 2007, la stazione di St. Pancras diventa quindi un terminal Eurostar. Nel 1996 viene annunciato che la stazione di St. Pancras sarà ristrutturata per diventare il cuore del nuovo servizio Eurostar Alta Velocità. Dopo sei anni di lavori cominciati nel 2001, St. Pancras è stata modernizzata ad un costo pari a 800 milioni di sterline, diventando non solo un HUB per arrivi e partenze, ma una vera e propria destinazione. In letteratura possiamo trovare pochi contributi riguardo l'analisi degli effetti dell'accessibilità ferroviaria per tratte a lunga distanza sui prezzi degli immobili. L'unico contributo empirico è dato da ANDERSSON et al. [2], e riguarda l'apertura di una linea ad AV che ha drasticamente ridotto il tempo di viaggio lungo la costa ovest di Taiwan nel 2007. Gli investimenti in infrastrutture di trasporto hanno spesso giocato un ruolo chiave nella ristrutturazione del tessuto urbano, sia a Taiwan che altrove. Quando il governo coloniale giapponese costruì la prima rete ferroviaria a Taiwan all'inizio del 20° secolo, si ebbe come risultato proprio la ristrutturazione del tessuto urbano. Più tardi, quando la prima autostrada fu aperta, alla fine degli anni '70, nuove città e nuovi quartieri elitari si svilupparono in prossimità degli svincoli. Il principale risultato dell'analisi è stato che l'accessibilità apportata dall'AV aveva un effetto minore sui prezzi degli immobili a Taiwan.

mph) [22,23]. The High Speed Rail (HSR) line has greatly expanded overall accessibility generating impacts on users in generalized transportation cost term. Impacts on non-users are also present. These kind of impacts are usually divided into territorial impacts and economic impacts, although they are intrinsically related. Investments in transportation infrastructure have often played key roles in the restructuring of urban land use and land price patterns [4], [7], [24]. Territorial or land use impacts are about dwellings and shops placement and replacement [12], [5], [21]. Economic impacts regards the property prices variation nearby station areas caused by the improved accessibility, which capitalizes in land values as soon as the decision to build is announced. Territorial changes reflects how new accessibility is best valued by new users, which is reflected into land price changes [6]

In order to report cross-sectional differences among different districts, the Camden Borough of London has been considered since the other International HS station is placed, i.e. St. Pancras. Camden is in the north-west side of London, reaching from Holborn and Bloomsbury in the south to Hampstead Heath in the north. Neighbouring areas are the City of Westminster and the City of London to the south, Brent to the west, Barnet and Haringey to the north and Islington to the east. Three of the central London's northern railway terminals (Euston, St. Pancras and Kings Cross) are located in this borough; they are the southern terminal for the West Coast Main Line, Midland Main Line and East Coast Main Line, respectively. On 14 November 2007 St. Pancras International became the new terminal of Eurostar. In 1996, it was announced that St. Pancras would be re-developed to become the home of the new HS Eurostar service. Six years after work started in 2001, St. Pancras was restored and modernised at a cost of £800m – in the process becoming not just a hub for arrivals and departures, but a destination in itself.

Very few contributions can be found in the literature on the analysis of the effects of long-distance rail accessibility on real estate prices. As far as the authors know, the only empirical contribution is by ANDERSSON et al. [2], which deals with the opening of a HSR line in early 2007 drastically reducing travel times along Taiwan's west coast. Investments in transportation infrastructure often played key roles in the restructuring of urban land use and land price patterns, both in Taiwan and elsewhere. When the Japanese colonial government built Taiwan's first railway network in the early 20th century, it resulted in restructured urban land use patterns. Regional accessibility and land value maxima shifted from ports and harbours to emerging downtowns around urban stations. Later, as the first freeways opened in the late 1970s, new towns and high-priced neighbourhoods evolved in proximity to freeway interchanges. The main outcome of the contribution was that the estimated functions showed that HSR accessibility had at most a minor effect on house prices in Taiwan.

ARMSTRONG e RODRIGUEZ [3] hanno stimato i benefici dell'accessibilità locale e regionale in Massachusetts, controllando le esternalità negative e altre influenze legate alla prossimità all'AV. Hanno usato strumenti GIS per misurare sia l'accessibilità multimodale ad una stazione di scambio che la distanza dalla stazione. I risultati erano inconcludenti, ma la stima degli effetti della prossimità ad una stazione di interscambio hanno mostrato un significativo effetto negativo sul valore degli immobili dovuto all'incremento del rumore e della criminalità. In uno studio della regione di Izmir in Turchia, CELIK e YANKAYA [8] hanno riportato che gli investimenti in campo ferroviario avevano modificato il costo degli affitti in prossimità delle stazioni e che tali risultati dovessero essere tenuti in conto nelle decisioni di sviluppo nazionale, in quanto gli investimenti in campo ferroviario e in altri sistemi di trasporto avrebbero potuto portare un beneficio economico, che sarebbe potuto andare oltre il solo ricavo dal prezzo del biglietto.

Oltre questi studi la letteratura è molto povera. Tuttavia alcune informazioni possono essere trovate su siti internet ed in vari articoli di riviste specializzate. Ad esempio, la rete ad AV spagnola (AVE) ha giocato un ruolo significativo nella crescita dei prezzi degli immobili in tutto il Paese. A tale scopo è stato sviluppato un indice per il prezzo delle proprietà in modo da mostrare l'andamento dei prezzi nelle città servite dall'AVE. Per esempio, il prezzo delle case a Malaga, che è servita dall'AVE, era del 24.7% più alto che in Andalusia ed il 23.7% più alto della media nazionale spagnola. I prezzi a Siviglia e a Cordoba mostravano un trend simile laddove le proprietà si trovavano ad una certa distanza dalla stazione AVE. Gli acquirenti erano quindi interessati all'acquisto di proprietà vicine ai nodi di trasporto particolarmente veloci come i treni ad AV.

Un rapporto sugli impatti della costruzione di una linea ad AV nella Central Valley in California ha mostrato che le proprietà avevano un valore più alto dopo la costruzione e che erano più "interessanti" [11].

Altri studi in letteratura sull'impatto dell'accessibilità ferroviaria hanno analizzato la rete di trasporto pubblico locale [10]. Tuttavia, l'obiettivo di questo studio è di valutare l'effetto dell'accessibilità alle stazioni ad AV sul valore degli immobili intorno alle stazioni di St. Pancras e Starford usando la teoria dei prezzi edonici. Per condurre lo studio useremo la teoria dei prezzi edonici, riportata nel paragrafo 2, con diverse specificazioni alternative del modello. Abbiamo inoltre contribuito allo sviluppo della teoria dei prezzi edonici proponendo e testando una nuova formulazione derivata dall'assumere che la disponibilità a pagare per una proprietà segue l'andamento della distribuzione dei valori estremi alla Fréchet. La rilevanza di questo contributo si basa sul fatto che il modello dei prezzi edonici è basato su una funzione scelta arbitrariamente che non ha supporto in microeconomia. Il nostro obiettivo è stato quello di colmare questo gap tra la teoria e gli studi empirici. Al fine di sostenere tale tesi il modello pro-

ARMSTRONG and RODRIGUEZ [3] estimated local and regional accessibility benefits of commuter rail services in eastern Massachusetts, while controlling for proximity related negative externalities and other confounding influences. They used GIS tools to measure both multimodal accessibility to commuter rail stations and distance from the rail right-of-way. The overall results were inconclusive, but estimates of the effect of proximity to commuter rail right-of-way showed a significant negative effect on property values, which was related to local noise and crime effects. In a study of the Izmir region in Turkey, CELIK and YANKAYA [8] claimed that investments in commuter rail have altered the land rent gradient in the vicinity of railway stations. They contended that their empirical results convinced decision-makers in developing countries that railway and transit investments could provide additional economic value beyond direct ticket revenues.

Apart from these studies the literature is very poor. However some information can be collected on website and reports. For example, Spain's HSR network (AVE) played a significant role in pushing up property prices throughout the country. To prove this theory a house price index was developed, which showed property prices in towns and cities served by AVE stations outperformed their provincial averages. For example, house prices in Málaga, served by the AVE line, were 24.7% more expensive than in Andalusia and 23.7% higher than the national average across Spain. Prices in Seville and Córdoba also showed a similar trend, where properties were within easy reach of AVE stations. People liked living close to transportation, particularly fast and convenient services such as HS trains. (<http://trains4america.wordpress.com/2008/06/24/high-speed-rail-increases-property-values-in-spanish-towns/>).

In a report on the impacts of the introduction of HSR in the Central Valley (California) will necessarily lead to higher property values as such real estate becomes more desirable. Both commercial and residential values are predicted to experience positive price appreciation as businesses move to Central Valley areas that are conveniently served by HSR, thus putting upward pressure on existing land and housing stocks [11]. However on the California High Speed Blog, one of the underlying motives behind the HSR opponents is their belief that HSR will crash their property values, and that the highest priority of government is to protect their current property values.

Most studies in the literature of the impact of rail accessibility on property prices have analysed local transit networks [10]. In contrast, the aim of this paper is to study the effects of HSR station accessibility on residential land values around St. Pancras and Stratford International HSR stations using hedonic price techniques. To this end we use the known hedonic price approach considering alternative model formulations. We also contribute to hedonic price theory, by proposing and test a new formulation derived from assuming that bids for

posto sarà confrontato con altre specificazioni di modelli di prezzi edonici generalmente utilizzate.

Il ruolo che tali modelli hanno, nell'ambito della pianificazione strategica, è determinato dal fatto che consentono di stimare il valore di mercato di determinati caratteri o servizi (cosiddetto prezzo edonico), in funzione di alcuni attributi quali le caratteristiche dell'immobile stesso, ma soprattutto dell'accessibilità in una data area, dovuta ad esempio dall'apertura di una nuova stazione dell'AV. Di conseguenza è possibile determinare l'impatto di ciascun attributo sul prezzo.

3. Il modello dei prezzi edonici

MALPEZZI [17], nel suo stato-dell'arte, ha messo in evidenza che uno studio di COURT [9] è spesso citato come l'inizio della teoria dei prezzi edonici, anche se questo è in realtà sviluppato per prezzi relativi al mercato automobilistico e non immobiliare.

MALPEZZI [17] presenta un'interessante revisione dello sviluppo teorico che sta alla base della teoria dei prezzi edonici. L'autore sottolinea come il modello edonico è un mezzo per stimare il valore di una caratteristica individuale della proprietà.

Un importante contributo alla teoria dei prezzi edonici è stato dato da LANCASTER [16], che ha fornito un fondamento microeconomico per stimare il valore delle caratteristiche generate dall'utilità. In un secondo momento ROSEN [25], che si è concentrato su caratteristiche con minore enfasi sull'utilità e più sulla determinazione del prezzo ha fornito un ulteriore contributo. Il lavoro di ROSEN ha fornito i fondamenti basilari per i modelli non lineari dei prezzi edonici. Vale la pena ricordare che dalla teoria di LANCASTER-ROSEN dei prezzi edonici si conferma il paradigma della massimizzazione dell'utilità riguardo il comportamento del consumatore [20], [6] che, per differenti beni, definisce la sua disponibilità a pagare. Le offerte danno vita ad un processo d'asta che alloca i beni (o le unità abitative) agli offerenti. La maggior parte dei modelli dei prezzi edonici sono comunque formulati a partire da una prospettiva economica senza dare troppa importanza al problema di massimizzazione dell'utilità che rimane latente. Diversamente, in questo articolo formuliamo un modello dei prezzi edonici che emerge dal comportamento del consumatore nel contesto del mercato delle aste.

MALPEZZI, OZANNE e THIBODEAU [18] assumono che i consumatori derivino l'utilità da alcune caratteristiche della proprietà e che il valore di questa utilità può avere un prezzo. Nella richiesta di alloggi il consumatore cercherà di massimizzare l'utilità nel rispetto del suo budget.

Il modello edonico generalmente ha questa forma $P = f(Y)$ dove Y rappresenta gli attributi strutturali, quelli del vicinato, e attributi di accessibilità. Nel tipico modello di domanda-offerta il prezzo di beni è esogeno ed il consumatore diventa un price-taker ovvero decide quanto ba-

dwelling follows the extreme value Fréchet distribution and land is auctioned to best bidders. The relevance of this contribution lays on the fact that hedonic price models, described in section 2, are based on arbitrarily chosen functional forms, which have no support on microeconomic theory. Our proposal starts filling this gap between theory and empirical studies. In order to empirically support our model proposal we compare this model against other usual formulations of hedonic price models.

3. Hedonic pricing models

MALPEZZI [17], in his review, pointed out that a study by COURT [9] is often cited as the beginning of hedonic models, although this study actually developed a hedonic price index for automobiles and not for housing.

MALPEZZI [17] presents a good review of the theoretical development behind hedonic pricing models. As he pointed out, the hedonic model is a way to estimate the value of individual characteristics of the house. Hedonic equations have also been used to measure the effect of various factors of special interest on house prices.

An important contribution to hedonic theory is given by LANCASTER [16], who provided a microeconomic foundation for estimating the value of utility-generating characteristics (with prominent application to housing), and secondly by ROSEN [25], who focused on characteristics with less emphasis on utility and more on price determination. Rosen's work provided the basic foundation for nonlinear hedonic pricing models. It is worth mentioning that LANCASTER-ROSEN theory of hedonic prices confirms the utility maximizing paradigm of consumers' behaviour [20], [6], which under differentiated goods defines the consumer's willingness to pay and bids; then, bids enter an auction process which allocates goods (or housing units) to bidders defining the land use. However, most hedonic price models are formulated from an econometric perspective, without keeping clear consistency with an underlying utility maximization problem which remains latent. In contrast, in this paper we formulate a novel hedonic model that emerges from the consumer's individual behaviour in the context of an auction market.

MALPEZZI, OZANNE and THIBODEAU [18] assume that consumers derive utility (and therefore value) from various housing characteristics and that the value of this utility can be priced. In housing consumption, consumers will pursue maximization of utility within their budget constraint.

The hedonic model generally takes the following form: $P = f(Y)$, where Y can be represented by structural attributes; neighborhood attributes and accessibility attributes. In the typical supply and demand model, the price of the good is exogenous and the consumer, being a price-taker, decides how much to consume based on the price. In a nonlinear hedonic model where the price

sarsi sul consumo del bene nella definizione del suo prezzo. In un modello edonico non lineare, dove il prezzo varia con la quantità, il consumatore sceglie sia la quantità che il prezzo.

Le funzioni lineari implicano prezzi marginali costanti. Al contrario, nei modelli non lineari, il prezzo di una unità in più di un attributo dipende dalla quantità data. Nelle specificazioni più comuni il prezzo dipende anche dalla quantità delle altre caratteristiche [2]. I modelli non lineari sono teoricamente in accordo con la condizione della diminuzione dell'utilità marginale delle caratteristiche dei beni, sottolineando così l'importanza della funzione di utilità. Difatti l'utilità marginale di un bene diminuisce all'aumentare del suo consumo e quindi della sua richiesta seguendo andamenti non lineari. Questo concetto è supportato dai maggiori studi empirici che usano le seguenti forme: Logaritmica-Lineare, Semi-Logaritmica, Logaritmica, e Box-Cox, le quali hanno teorie compatibili e relativamente semplici. In questo articolo tutte le espressioni sono considerate.

La trasformazione Box-Cox, popolare nello studio dei prezzi edonici, è definita come segue

$$\begin{aligned} p^{(\lambda)} &= \frac{p^\lambda - 1}{\lambda} \text{ if } \lambda \neq 0 \\ p^{(\lambda)} &= \ln(p) \text{ if } \lambda = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

dove indichiamo con p il prezzo dell'immobile e con λ la costante di trasformazione Box-Cox il cui valore ottimale è determinato massimizzando la seguente funzione di verosimiglianza

$$L^{(\lambda)} = \frac{n}{2} \ln(\sigma^2_{(p)}) + (\lambda - 1) \sum \ln(p_i) \quad (2)$$

dove con n si intende il numero di osservazioni, con σ^2 la varianza di λ .

La formula di regressione con la trasformazione Left-Hand-Side:

$$\frac{p^\lambda - 1}{\lambda} = k + \sum_i \beta_i x_i + \sum_j \beta_j y_j \quad (3)$$

con k costante, $\beta_{i(j)}$ prezzo stimato della caratteristica ed x e y valori della caratteristica a seconda che questa sia rappresentata in maniera booleana, y o da un valore quantitativo, x .

Nel caso di trasformazione Both-Hand-Side il modello è:

$$\frac{p^\lambda - 1}{\lambda} = k + \sum_i \beta_i \frac{x_i^\lambda - 1}{\lambda} + \sum_j \beta_j y_j \quad (4)$$

4. Modelli basati sulla teoria dell'utilità casuale

Una caratteristica che accomuna i modelli dei prezzi edonici è l'ipotesi che la forma (log-log, semi-log, Box-Cox, etc.) sia scelta sulla base di argomentazioni econometriche di migliore capacità di riproduzione (best fit) in

varies with the quantity, the consumer chooses both a quantity and price.

Linear functions imply constant marginal implicit prices. Conversely, in non-linear models, the price of an additional unit of an attribute depends on the quantity already supplied and in the most common specifications also on the quantity of other attributes [2]. Non-linear models are theoretically consistent with the condition on diminishing marginal utilities of goods characteristics (the saturation effect) that the underlying utility function. Indeed the marginal utility of a good decreases when its consumption increases and therefore when its demand increases following non linear trends. This is supported by most empirical studies which use the following functional forms: log-linear, semi-logarithmic, logarithmic and Box-Cox, which are theory-compatible and relatively simple. In this paper all these functional expressions are considered.

The Box-Cox transformation, popular in hedonic price studies, is defined as follows:

$$\begin{aligned} p^{(\lambda)} &= \frac{p^\lambda - 1}{\lambda} \text{ if } \lambda \neq 0 \\ p^{(\lambda)} &= \ln(p) \text{ if } \lambda = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

where p is the property price and λ is the Box-Cox transformation constant whose optimal value is determined by maximizing the following log-likelihood function:

$$L^{(\lambda)} = \frac{n}{2} \ln(\sigma^2_{(p)}) + (\lambda - 1) \sum \ln(p_i) \quad (2)$$

where n represents the number of observations, and σ^2 is the variance of λ .

The regression formula with Left Hand Side (LHS) transformation model will be:

$$\frac{p^\lambda - 1}{\lambda} = k + \sum_i \beta_i x_i + \sum_j \beta_j y_j \quad (3)$$

where k is a constant, $\beta_{i(j)}$ is the estimated price of the characteristic value x and y . Boolean y or quantitative value, x .

In the case of both Hand Sides (BHS) transformation model is:

$$\frac{p^\lambda - 1}{\lambda} = k + \sum_i \beta_i \frac{x_i^\lambda - 1}{\lambda} + \sum_j \beta_j y_j \quad (4)$$

4. Random utility based models

What is common to hedonic price models is the assumption that the functional form (log-log, semi-log, Box-Cox, etc.) is chosen by econometric arguments of best fit because it is argued [14], that the equilibrium price model for real estate cannot be derived from the underlying microeconomics. Let us show that assuming real estate are discrete choices and households' (and for this matter also firms') bids are random variables, the log form for hedonic functions emerge from the auction theory with a random bidding process. It is

quanto si dice [14] che il modello di equilibrio dei prezzi per il mercato immobiliare non possa essere derivato dalla microeconomia. Si dimostra che il mercato immobiliare sia costituito da scelte discrete e che le offerte di famiglie (e le società) siano variabili aleatorie, la forma log per le funzioni edoniche emerge dalla teoria delle aste con un processo di offerta casuale. Si dimostra che nel mercato immobiliare, la scelta di pagare o meno il prezzo dell'immobile, è una variabile discreta. Inoltre le offerte degli acquirenti sono variabili aleatorie e quindi la forma logaritmica per le funzioni edoniche emerge dalla teoria delle aste con processo di offerta casuale.

Consideriamo una famiglia n , con $n=(1, \dots, N)$, un insieme di alternative di abitazioni i , con $i=(1, \dots, I)$, e l'utilità alla ANAS e LIU [1] sia $U_n(p_i) = f_n(z_i) - \lambda_n \ln(p_i) + \zeta_{ni}$, con $f_n(z_i)$ una funzione edonica dell'insieme degli attributi degli immobili z_i e ζ i.i.d con una variabile Gumbel; questa funzione di utilità è nota nei modelli territoriali. Le offerte possono derivare *à la* ROSEN [25] invertendo l'utilità sui prezzi delle locazioni per cui vale $B_{ni} = b_{ni} \epsilon_{ni}$, con $b_{ni} = \exp\left(\frac{f_n(z_i) - U_n}{\lambda_n}\right)$ e $\epsilon_{ni} = \exp\left(\frac{\zeta_{ni}}{b_{ni}}\right)$; quindi $B_{ni} \in \mathfrak{R}_{++}$. Da GALAMBOS [13] e MATSSON et al. 2011 [19], si conclude che utilità i.i.d con variabile Gumbel implicano offerte i.i.d. alla Fréchet (anche chiamate Gumbel del II tipo). Quindi, le ipotesi di una utilità discreta i.i.d. alla Gumbel e funzioni di utilità con prezzi logaritmici implicano offerte distribuite alla Fréchet. L'ipotesi di utilità alla Gumbel è sostenuta dal Teorema di Valore Estremo [13].

Si calcoli il prezzo che emerge dall'asta di un reale immobile dove un insieme di C famiglie fa delle offerte i.i.d. distribuite alla Fréchet. I prezzi definiti da una offerta massima attesa sono dati da:

$$p_i = K \left(\sum_{n \in C} b_{ni}^\beta \right)^{1/\beta} \quad \forall i \in I \quad (5)$$

con $K = \Gamma\left(1 - \frac{1}{\beta}\right)$ una costante nota e $\beta > 1$ inversamente legata alla distribuzione della varianza [19]. Facendo il logaritmo:

$$b_{ni} \approx b_i + b_{ni}^\beta \quad \forall n, \text{ con } b_i = \exp\left(\frac{f(z_i) - U}{\lambda}\right) \quad (6)$$

si ottiene così un modello dei prezzi edonici alla Fréchet. Questo modello alla Fréchet dipende dalla valutazione degli attributi da parte di ciascun offerente $f_n(z_i)$, che in generale non si osserva. Al fine di ottenere una funzione dei prezzi edonici coerente con la (6), dove i prezzi sono espressi come funzione dell'insieme di attributi z , si consideri l'approssimazione $b_{ni} \approx b_i + b_{ni}^\beta \quad \forall n$, con $b_i = \exp\left(\frac{f(z_i) - U}{\lambda}\right)$, e $b_{ni} \approx \exp\left(\frac{\Delta f_n(z_i) - \Delta U_n}{\lambda_n}\right)$, si ottiene:

$$\ln(p_i) = K^n + \frac{f(z_i)}{\lambda} + \frac{1}{\beta} \ln\left(\sum_n b_{ni}(z_i)\right). \quad (7)$$

Il primo termine è una costante uguale a tutte le loca-

demonstrated that within the land market, the choice of paying or not a property is a discrete variable. Moreover the bids of the bidders are random variables and therefore the logarithmic form for the hedonic functions emerges from the theory of the auctions with a random bid process.

*Consider a households indexed by n , with $n=(1, \dots, N)$, a set of discrete location options indexed by i , with $i=(1, \dots, I)$, and the ANAS and LIU [1] utility: $U_n(p_i) = f_n(z_i) - \lambda_n \ln(p_i) + \zeta_{ni}$, with $f_n(z_i)$ an hedonic function of the set of the real estate attributes z_i and ζ distributed identical and independent Gumbel; this utility function is common in land use models. Bids can be derived *à la* ROSEN [25] inverting utility on location prices which yields $B_{ni} = b_{ni} \epsilon_{ni}$, with $b_{ni} = \exp\left(\frac{f_n(z_i) - U_n}{\lambda_n}\right)$ and $\epsilon_{ni} = \exp\left(\frac{\zeta_{ni}}{b_{ni}}\right)$; therefore $B_{ni} \in \mathfrak{R}_{++}$. From GALAMBOS [13], and MATSSON et al. 2011 [19], we conclude that i.i.d Gumbel utilities implies bids distribute i.i.d. Fréchet (also called Gumbel Type II). Then, the assumptions of a discrete random utility distributed i.i.d. Gumbel and utility functions with logarithmic prices naturally imply bids distributed Fréchet. The assumption of Gumbel utilities is supported by Extreme Value Theorem [13].*

Let us now calculate the price emerging from the auction of a real estate with where a set of C households submit bid distributed i.i.d. Fréchet. Prices defined by the maximum expected bid are given by:

$$p_i = K \left(\sum_{n \in C} b_{ni}^\beta \right)^{1/\beta} \quad \forall i \in I \quad (5)$$

with $K = \Gamma\left(1 - \frac{1}{\beta}\right)$ a known constant and $\beta > 1$ inversely related to the distribution variance [19]. Taking logarithm:

$$b_{ni} \approx b_i + b_{ni}^\beta \quad \forall n, \text{ con } b_i = \exp\left(\frac{f(z_i) - U}{\lambda}\right) \quad (6)$$

therefore a Fréchet hedonic price model is obtained. This model depends on each bidder's valuation of attributes $f_n(z_i)$, which is not normally observed. In order to obtain an hedonic price function consistent with (6), where prices are expressed as a function of the set of attributes z , consider the approximation $b_{ni} \approx b_i + b_{ni}^\beta \quad \forall n$, with $b_i = \exp\left(\frac{f(z_i) - U}{\lambda}\right)$, and $b_{ni} \approx \exp\left(\frac{\Delta f_n(z_i) - \Delta U_n}{\lambda_n}\right)$, obtaining:

$$\ln(p_i) = K^n + \frac{f(z_i)}{\lambda} + \frac{1}{\beta} \ln\left(\sum_n b_{ni}(z_i)\right). \quad (7)$$

The first term is a constant equal to all locations, the second one is the valuation of attributes resulting from the highest bidders that won the auction subject to the bids variability across population (third term). Note that the third term increases with the number of bidders, because $b_{ni} \geq 0, \forall n$, which reflects that, as expected, prices increase with the size of the demand for a given location (called market thickness). Additionally, note that λ_n represents the individual's marginal utility of income and, similarly λ the population's value, which decrease with the population's

zioni, il secondo termine rappresenta la valutazione degli attributi del singolo immobile i che risultano da quella porzione di offerenti che hanno effettuato le offerte più alte per aggiudicarsi la proprietà. Il terzo termine corrisponde invece alla variabilità delle offerte tra la popolazione di offerenti. Si noti che il terzo termine aumenta con il numero degli offerenti, in quanto $b_{mi} \geq 0, \forall_{mi}$. Questo riflette, come atteso, che i prezzi aumentano con l'incremento della domanda, per una data locazione (nota come "market thickness"). Inoltre, si noti che λ_n rappresenta l'utilità marginale dell'individuo relativo al reddito e , analogamente λ il valore della popolazione, che diminuisce con la ricchezza della popolazione. Quindi, più ricca è la società, più alti sono da attendersi i prezzi.

Semplificando l'equazione (6) si ottiene la funzione edonica logaritmica:

$$(p_i) = a + \frac{g(z_i)}{\lambda} \quad (8)$$

che ha l'espressione classica dei prezzi edonici. Quindi, si conclude che l'ipotesi teorica che le offerte casuali siano distribuite alla Fréchet implica che le funzioni dei prezzi edonici siano meglio rappresentate da una forma logaritmica, o che questa forma abbia un supporto teorico (con un'approssimazione) sul modello di utilità aleatoria attraverso il risultato asintotico del Teorema di Valore Estremo.

Inoltre, si calcola il contributo marginale al prezzo di uno specifico attributo k alla locazione i , z_k , come:

$$\frac{\partial p_i}{\partial z_{ki}} = p_i^{1-\beta} \cdot K^{1-\beta} \cdot \left(\sum_n \frac{\partial b_{ni}}{\partial z_{ki}} \right) \quad (9)$$

che definisce il prezzo edonico di uno specifico attributo composto dalla somma del valore delle offerte individuali di tale attributo.

Si conclude che questo modello teorico sostiene il modello logaritmico dei prezzi edonici, che la forma funzionale sugli attributi rappresenta un aggregato relativamente alla disponibilità a pagare dei consumatori [15] ed, infine, che i prezzi aumentano linearmente con lo spessore del mercato. Un ulteriore aspetto del modello che bisogna menzionare è che, per una proprietà di distribuzioni di valore estremo, i prezzi sono anche distribuiti alla Fréchet. Nel seguito si dimostra questo approccio teorico stimando empiricamente funzioni logaritmiche dei prezzi edonici e confrontandone i risultati con altri modelli comunemente utilizzati.

5. Il caso di studio

Il quartiere di Newham si trova nella East London (fig. 1), 8 km ad est della City e a nord del fiume Tamigi. La stazione di Stratford è il nodo di arrivo cruciale all'interno dello Stratford Metropolitan Masterplan dell'aprile 2010. La stazione è stata inaugurata il 30 novembre 2009 per raccogliere i servizi a sud della linea HS1, sebbene l'edificio della stazione sia stato completato nell'aprile del 2006.

wealth. Hence, the richer the society, the higher the prices are expected to be.

Simplifying equation (6) we can obtain the following hedonic price logarithmic function:

$$(p_i) = a + \frac{g(z_i)}{\lambda} \quad (8)$$

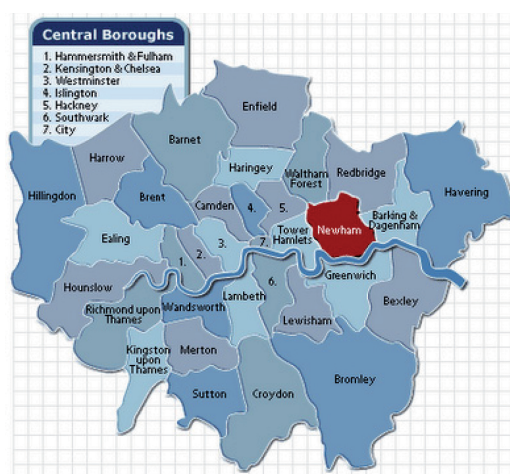
which has the hedonic price classical form. Therefore, we conclude that the theoretical assumption that random bids distribute Fréchet implies that hedonic price functions are best represented by the logarithmic form, or that this form has a theoretical support (with an approximation) on the random utility model through the asymptotic result of the Extreme Value Theorem.

Additionally, we can compute the marginal contribution to price of an specific attribute k at location i , z_k , as:

$$\frac{\partial p_i}{\partial z_{ki}} = p_i^{1-\beta} \cdot K^{1-\beta} \cdot \left(\sum_n \frac{\partial b_{ni}}{\partial z_{ki}} \right) \quad (9)$$

which defines the hedonic price of a specific attribute as composed by sum the individuals' bidders value of such attribute.

We conclude that this theoretical model supports the logarithmic hedonic price model, that the functional form on attributes represents an aggregate of the consumers' willingness to pay [15] and, finally, that prices increase linearly with the thickness of the market. An additional feature of the model worth mentioning is that, by a property of extreme value distributions, prices are also Fréchet distributed variates. In what follows we test this theoretical arguments by empirically estimating logarithmic hedonic price functions and comparing results with other commonly used models.



Fonte - Source: <http://grayee.blogspot.it/2009/07/newham-independent-selection-team.html>

Fig. 1 – Il quartiere Newham a Londra.
Fig. 1 – The Newham borough of London.

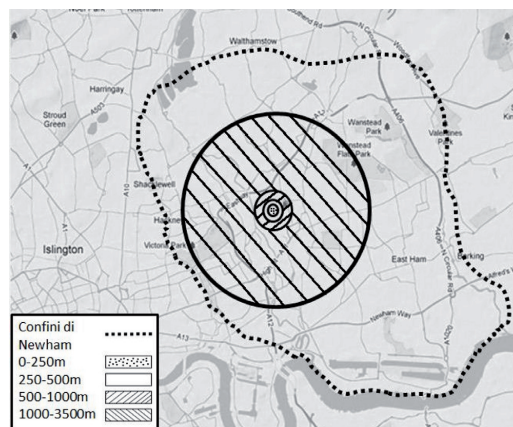
POLITICA E ECONOMIA

Si trova vicino al Parco Olimpico di Londra e a Westfield Stratford City.

L'inaugurazione della stazione dell'AV Stratford International nel 2009 ha avuto un forte impatto sul valore degli immobili. La tabella 1 riporta il trend, dal 2001 al 2012, della media dei prezzi immobiliari rispettivamente a Newham e a Londra.

Il trend dei prezzi immobiliari a Newham segue quello di Londra registrando un lieve cambiamento fino al 2004. Tra il 2005 ed il 2009 la variazione percentuale mostra un decremento durante i lavori di costruzione della stazione. Dal 2010, l'anno dopo l'inaugurazione, si può osservare un lieve incremento nonostante la crisi economica. I prezzi aumentano dell'8.1% nel 2004 a Newham, rispetto al 6.62% a Londra; nel 2010 si osserva un incremento del 4.56%. Negli anni successivi abbiamo ancora un decremento pari a -0.05% e -1.19% nel 2011 e nel 2012. La variazione del prezzo rimane comunque più bassa rispetto a quella della City che registra un incremento pari a 9.96% nel 2010 e ad 1.89% e 1.37% nei due anni successivi. I dati riflettono la crisi economica del 2008 con una riduzione del valore degli immobili. Nel 2010 nel quartiere di Newham, l'incremento dei prezzi è persino più elevato rispetto agli anni precedenti. Ne consegue che a Newham la variazione percentuale ha registrato un incremento nel 2010, l'anno successivo all'apertura della stazione, dal -13.5% del 2009 ad oltre 4% nel 2010.

Il database relativo alla stazione ad AV di Stratford International è costituito da 3450 osservazioni relative a transazioni da gennaio 2001 a marzo 2012. Le proprietà sono entro un raggio 3,5 km, (v. mappa in fig. 2). Questa



Fonte: nostra elaborazione da Google map -
Source: own elaboration from Google map

Fig. 2 - La stazione ad AV di Stratford: area di studio.

Fig. 2 - Stratford International HS station: study area.

5. The case study

The Borough of Newham is placed in East London (fig. 1), 8 km east of the City and north of the River Thames. Stratford Station is the key arrival point within the Stratford Metropolitan Masterplan of April 2010. The station was inaugurated on 30 November 2009 for Southeastern services on HS1, although the station building was completed in April 2006. It is located adjacent to the construction sites of both the London Olympic Park and Westfield Stratford City.

The opening of Stratford International HS station in 2009 had a strong impact on property prices. Table 1 reports the trend from 2001 until 2012 in Newham and in London of the mean property prices in Newham and London respectively.

The trend of property prices in Newham follows the one in London registering slightly higher changes until 2004. Between 2005 and 2009 the percentage change shows a decrease during the construction works. From 2010, the year after the inauguration, a slight increase can be observed despite the economic crisis. Prices increase 8.1% in 2004 in Newham, which compares with a mean increase in London equal to 6.62%; in 2010, an increase of 4.56% is observed. In the following years, a decrease again of -0.05% and -1.19% in 2011 and 2012 respectively. The price change remains lower than that of the city of London which registered an increase of 9.96% in 2010 and an increase of 1.89% and of 1.37% in the two subsequent years. Data reflect the economic crisis in 2008 with a reduction of property prices. In 2010 in the Newham borough, the increase in prices is even higher compared to the previous years. It follows that for Newham the percentage change has registered an increase in 2010, the year after the opening of the station, changing from -13.5% in 2009 to over 4% in 2010.

The database relative to Stratford International HS sta-

TABELLA 1 - TABLE 1

MEDIA DEI VALORI DEGLI IMMOBILI E VARIAZIONE PERCENTUALE
PROPERTY PRICES MEAN AND %CHANGE

	Newham		London	
Year	Price Mean price	% Change	Mean price	% Change
2001	128.63		193.98	
2002	159.20	23.76	226.09	16.55
2003	192.64	21.00	252.66	11.75
2004	208.24	8.10	269.38	6.62
2005	216.41	3.92	274.65	1.96
2006	224.78	3.87	292.21	6.39
2007	245.22	9.10	335.27	14.74
2008	247.39	0.88	333.74	-0.46
2009	214.00	-13.50	305.45	-8.48
2010	223.76	4.56	335.88	9.96
2011	223.65	-0.05	342.24	1.89
2012	220.98	-1.19	346.91	1.37

Fonte - Source: www.landregistry.gov.uk

area è stata ulteriormente suddivisa in 3 fasce. La prima, chiamata Band1, raggruppa tutte le proprietà entro un raggio di 250m dalla stazione. La seconda, chiamata Band2, contiene tutte le proprietà che sono entro un raggio tra i 250 ed i 500m. L'ultima, chiamata Band3, raggruppa tutte le proprietà entro un raggio tra i 500 ed i 1000m. Le proprietà che si trovano all'interno della Band1 hanno un accesso diretto alla stazione; i residenti che vivono entro la Band3 sono disponibili a raggiungere la stazione a piedi (approssimativamente 7-15 minuti). La rimanente fascia Band2 raggruppa proprietà dove i residenti hanno un comportamento mediato tra i precedenti.

Le variabili riportate nei modelli regressivi sono di seguito riportate e le loro statistiche sono descritte in tabella 2 mentre i risultati delle stime sono in tabella 3.

Price: prezzo immobiliare espresso in centinaia di migliaia di sterline.

YearX: variabile dummy uguale ad 1 se la proprietà è stata venduta nell'anno X; 0 altrimenti.

Flat: variabile dummy uguale ad 1 se la proprietà è un appartamento tipologia FLAT; 0 altrimenti.

ResidentialRoad: variabile dummy uguale ad 1 se la proprietà si trova in una strada residenziale; 0 altrimenti.

DisturbArea: è un'area espressa in km dove i lavori della stazione hanno avuto luogo, per cui è un'area rumorosa vicino alla proprietà.

DistMotWay: è la distanza in km della proprietà dalla stazione della metro più vicina.

DistMotWay: è la distanza in km della proprietà dall'autostrada.

CarPark: è una variabile dummy uguale ad 1 se esiste un parcheggio entro 400m dalla proprietà; 0 altrimenti.

Band1YesHs: variabile dummy uguale a 1 se la proprietà è entro la Band1, ovvero molto vicina alla stazione ad AV; 0 altrimenti.

Band2NoHs: variabile dummy uguale a 1 se

tion is made up of 3450 observations of property transactions from January 2001 until March 2012. The properties are within a ray of 3,5 km, (see map in fig. 2). This area has been further divided in three bands. The first one, called Band1, groups all the properties within a ray of 250m from the station. The second one, called Band2, contains all the properties that are within a ray of 250-500m. The last one, called Band3, groups all the properties within a ray of 500-1000m. Properties placed within Band1 have a direct access to the station; residents living in properties within Band3 are willing to walk to the station (approximately 7-15 minutes). The remaining Band2 contains properties where residents have a behaviour between the two previous ones.

The variables reported in the regression models are defined below and their statistics are shown in table 2 and estimation results in table 3.

Price: property price in hundreds of thousands pounds.

YearX: dummy variable equal to 1 if the property was sold in the given year X; 0 otherwise.

Flat: dummy variable equal to 1 if the property is flat; 0 otherwise.

TABELLA 2 - TABLE 2

STATISTICHE DESCRITTIVE DELLE VARIABILI
VARIABLES DESCRIPTIVE STATISTICS

Variable	Unit of measurement	Min	Max	Mean	Standard dev	Expected sign
Price	£ (hundred of thousand)	0.51	6.96	1.936	0.714	
Year2	Yes=1;No=0	0	1			+
Year3	Yes=1;No=0	0	1			+
Year4	Yes=1;No=0	0	1			+
Year5	Yes=1;No=0	0	1			+
Year6	Yes=1;No=0	0	1			+
Year7	Yes=1;No=0	0	1			+
Year8	Yes=1;No=0	0	1			+
Year9	Yes=1;No=0	0	1			+
Year10	Yes=1;No=0	0	1			+
Year11	Yes=1;No=0	0	1			+
Year12	Yes=1;No=0	0	1			+
Flat	Yes=1;No=0	0	1			-
CarPark	Yes=1;No=0	0	1			+
ResidentialRoad	Yes=1;No=0	0	1			+
DistMotWay	Kilometers	5.60	15.90	7.816	1.367	-
DisturbArea	Square kilometers	0.00	2.50	0.216	0.395	-
Band1YesHs	Yes=1;No=0	0	1	0.024	0.152	+
Band2NoHs	Yes=1;No=0	0	1	0.086	0.280	+
Band3NoHs	Yes=1;No=0	0	1	0.126	0.332	+
Nr. Observations	3450					

POLITICA E ECONOMIA

la proprietà è entro la Band2, ovvero non molto vicina alla stazione ad AV; 0 altrimenti.

Band3NoHs: variabile dummy uguale ad 1 se la proprietà è entro la Band3, ovvero non vicina alla stazione ad AV; 0 altrimenti.

Le variabili *Price*, *YearX*, e *Flat* sono state raccolte dal sito www.zoopla.co.uk. Le altre variabili sono una nostra elaborazione da maps.google.com

Le variabili scelte in questo studio sono state classificate in dinamiche, strutturali, di zona e di accessibilità. *Price* è la variabile dipendente del modello dei prezzi edonici. *YearX* è una variabile dinamica che è stata inclusa per mostrare il trend del mercato delle abitazioni che è indipendente dal progetto. *Flat*, la variabile strutturale, è inclusa in quanto è la maggiore causa dell'oscillazione dei prezzi da una proprietà ad un'altra così come la variabile *ResidentialRoad*. Le variabili di acces-

ResidentialRoad: dummy variable equal to 1 if the property is in a residential road; 0 otherwise.

DisturbArea: is the area in km where the works of the station took place, therefore it is a noisy site close to the property.

DistTube: is the distance in km of the property from the nearest tube station.

DistMotWay: is the distance in km of the property to the motorway.

CarPark: is a dummy variable equal to 1 if there is a car parking within 400m from the property; 0 otherwise.

Band1YesHs: dummy variable equal to 1 if the property is within band 1, i.e. very close to the HS station; 0 otherwise.

Band2NoHs: dummy variable equal to 1 if the property is within band 2, i.e. not very close to the HS station; 0 otherwise.

TABELLA 3 - TABLE 3

STRATFORD INTERNATIONAL: RISULTATI DELLE STIME
STRATFORD INTERNATIONAL: ESTIMATION RESULTS

Stratford International	SemiLog Model		SemiLog Model		Log Model		Box-Cox LHS Model		Box-Cox BHS Model	
	β	t-student	β	t-student	β	t-student	β	t-student	β	t-student
Costante	.293	4.991	1.680	14.036	.182	5.635	.272	6.365	.288	5.426
Year2	.266	13.117	.337	8.142	.266	13.077	.290	10.773	.282	11.487
Year3	.509	24.751	.668	15.930	.508	24.680	.566	20.712	.547	21.967
Year4	.669	31.453	.947	21.843	.668	31.404	.769	27.250	.736	28.587
Year5	.657	29.796	.921	20.499	.656	29.764	.753	25.732	.721	27.015
Year6	.760	34.108	1.102	24.284	.759	34.064	.884	29.903	.843	31.261
Year7	.825	39.101	1.248	29.042	.824	39.035	.976	34.888	.926	36.271
Year8	.922	45.417	1.492	36.078	.920	45.324	1.122	41.675	1.055	42.951
Year9	.717	29.818	1.093	22.299	.717	29.800	.850	26.621	.805	27.646
Year10	.781	32.914	1.220	25.223	.782	32.926	.936	29.740	.883	30.762
Year11	.770	40.182	1.179	30.183	.773	40.237	.920	36.111	.868	37.411
Year12	.803	32.285	1.249	24.639	.807	32.344	.966	29.206	.909	30.179
Flat	-.287	-29.713	-.502	-25.532	-.285	-29.596	-.361	-28.252	-.337	-28.852
CarPark	.030	2.399	.087	3.365	.028	2.228	.047	2.792	.042	2.750
ResidentialRoad	.030	2.743	.039	1.750	.027	2.484	.030	2.080	.032	2.384
DistTube	-.035	-3.189	-.056	-2.546	-.047	-3.153	-.054	-2.756	-.091	-5.139
DistMotWay	-.143	-5.030	-.293	-5.061	-.017	-4.886	-.023	-5.059	-.044	-2.942
DisturbArea	-.032	-2.549	-.072	-2.816	-.029	-2.330	-.040	-2.417	-.039	-2.554
Band1YesHs	.232	6.973	.419	6.189	.249	8.028	.321	7.797	.287	7.418
Band2NoHs	.234	13.736	.430	12.415	.232	13.756	.304	13.578	.281	13.633
Band3NoHs	.193	12.617	.313	10.062	.189	12.403	.233	11.550	.222	12.006
λ							0.451		0.316	
R ² Adj.	.581		.478		.581		.545		.558	

sibilità, *DistTube* e *DistMotWay*, mostrano quanta importanza un acquirente dà alla vicinanza ai modi di trasporto. *CarPark*, ancora una variabile di accessibilità, gioca un ruolo strategico nell'acquisto di un'abitazione a Londra dal momento che la città è congestionata dalle auto e quindi la variabile è stata introdotta nel nostro modello. La variabile *DisturbArea* è una variabile di zona intesa a spiegare le oscillazioni dei prezzi da un blocco ad un altro e l'importanza data alla vicinanza ad un sito in costruzione che comporterebbe un abbassamento della qualità della vita. Infine le variabili *Band1YesHs*, *Band2NoHs* e *Band3NoHs* sono variabili di accessibilità incluse al fine di catturare l'effetto immagine. Questo evidenzia che uno status differenziato è attribuibile ad una proprietà che sia vicina alla stazione ad AV. Ci si aspetta che le proprietà con accesso diretto alla stazione possano beneficiare dell'effetto immagine e quindi incrementare i loro prezzi.

I risultati delle calibrazioni sono riportati in tabella 3. Dal confronto dei diversi modelli si può inizialmente concludere che il modello logaritmico ha migliori prestazioni rispetto agli altri modelli, in quanto mentre le stime dei parametri degli altri modelli presentano segni corretti ed alta significatività, il modello Log presenta un R^2 -adjusted più elevato, ovvero una maggiore capacità di riprodurre i dati reali.

Guardando ai risultati del modello logaritmico più in dettaglio, le variabili dinamiche *YearX* sono positive e del segno atteso. Inoltre le stime dei coefficienti sono sempre in crescita fino all'anno 2008 dopo il quale è iniziata la crisi economica (fig. 3). Il valore del coefficiente nel 2010 aumenta, sebbene si possa registrare un decremento nel 2011. Il valore però aumenta nuovamente agli inizi del 2012. Questo mostra come negli anni, gli acquirenti richiedano proprietà in quest'area.

La variabile strutturale *Flat* è negativa e significativa, dimostrando che a Newham i residenti sono disposti a pagare di più per proprietà differenti dalla tipologia *Flat*. Per quanto riguarda le variabili del "vicinato", gli acquirenti preferiscono stare in abitazioni che sono in aree residenziali tranquille e vicine ad un parcheggio (entro i 400m da casa). Queste variabili, infatti, sono significative e del segno atteso. Per quanto riguarda le variabili di accessibilità, esse sono del segno atteso e le variabili *DistTube* e *DistMotWay* sono anch'esse significative. La variabile *DistMotWay* è negativa, indicando l'effetto "disturbo" sulla qualità della vita causato da Newham che si trova molto vicino ad una delle tre autostrade che si avvicinano all'Inner London, la M11 per la precisione. Per quanto riguarda le variabili di immagine *BandX* valgono gli stessi commenti fatti per le altre variabili. Esiste un guadagno di immagine per le abitazioni che si trovano vicino alla stazio-

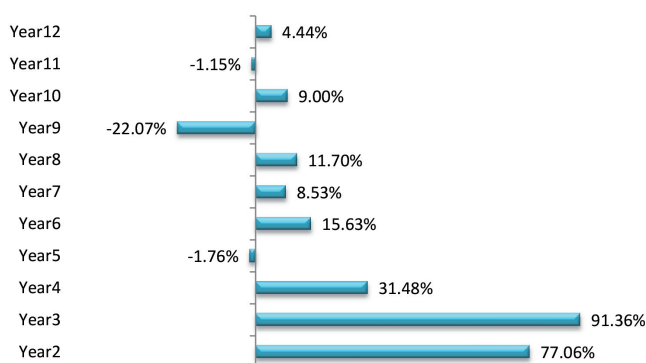


Fig. 3 - Stazione ad AV di Stratford: trend delle variabili dummy relative agli anni.

Fig. 3 - Stratford International HS station: trend of the Year dummies.

Band3NoHs: dummy variable equal to 1 if the property is within band 3, i.e. not close to the HS station; 0 otherwise.

The variables Price, YearX and Flat have been collected from www.zoopla.co.uk. The other variables are our own elaboration from maps.google.com

The variables chosen for this study have been classified into dynamic, structural, zone and accessibility variables. Price is the depending variable of the hedonic price model. YearX is a dynamic variable that has been included to show the market trend of the housing which is independent to the project. Flat, the structural variable, included because it is the main cause of waving price from a property to another as the Residential-Road variable is. The accessibility variables, *DistTube* and *DistMotWay*, show how the importance a buyer gives to the closeness to other transportation modes. *CarPark*, another accessibility variable, plays a strategic role in a house purchase in London since the city is congested by car and therefore the variable has been introduced in our model. The *DisturbArea* is a zone variable intended to explain why the prices wave from a block to another and the importance given to the proximity to a construction site that could decrease the quality of life. Finally *Band1YesHs*, *Band2NoHs* and *Band3NoHs* are accessibility variables included to capture an Image Effect. This highlights that a differentiated status is given to a property by being close to the HS station. Properties with direct access to a station are expected to benefit from image and their prices to grow.

The calibration results are shown in table 3. Comparing the different models we first conclude that that Log model performs better than the other models, because while all parameter estimates present correct signs and high significance level, the Log model have better fit statistic R^2 -adjusted and therefore a better capacity of reproducing real data.

Looking more closely to the Log model results, the dynamic variables YearX are positive and of the expected sign. Moreover coefficients' estimates are always increasing till the year 2008 after which the economic crisis started (fig. 3). The val-

ne ad AV. *DisturbArea* è negativa e significativa. Il modello Box-Cox segue lo stesso trend del modello logaritmico.

Un'analisi dettagliata è stata fatta considerando il test di Durbin-Watson, che risulta utile per comprendere se esiste una autocorrelazione tra i residui. Utilizzando la trasformazione di Cochrane-Orcutt e ripetendo il test di Durbin-Watson, i risultati delle calibrazioni mostrano non avere alcuna autocorrelazione.

Al fine di controllare le differenze tra i quartieri si è anche analizzato il quartiere di Camden, i cui prezzi immobiliari sono riportati in tabella 4 [22], [23]. Tra il 2002 ed il 2004 il trend dei prezzi immobiliari a Camden è più basso rispetto a quello di Londra. Tra il 2005 ed il 2007 la variazione percentuale mostra, con l'apertura della stazione ad AV di St. Pancras, un incremento. Dal 2008, l'anno dopo l'apertura della stazione, si registra di nuovo un incremento. La tabella 4, quindi, mostra i prezzi degli immobili a Camden che crescono in modo più veloce rispetto ai prezzi medi di tutta la città di Londra dall'apertura del servizio Eruostar a St. Pancras. Questo potrebbe essere la conseguenza dell'apertura, ma altri fattori potrebbero giocare un ruolo importante. Inoltre, anche la tipologia di abitazioni vendute a Camden potrebbe essere differente da quelle del resto di Londra. Quindi è richiesta un'analisi più dettagliata.

Per il caso di studio di St. Pancras, le osservazioni sui prezzi sono state ottenute dal database del UK Land Registry relativamente alle abitazioni vendute in Inghilterra dal 2001. Il database è costituito da 2848 transazioni da gennaio 2001 a marzo 2012. Le proprietà vendute si trovano entro i 3.5 km dalla stazione di St. Pancras e sono divise in fasce così come per Stratford (fig. 4).

Diversi modelli regressivi sono stati specificati e cali-

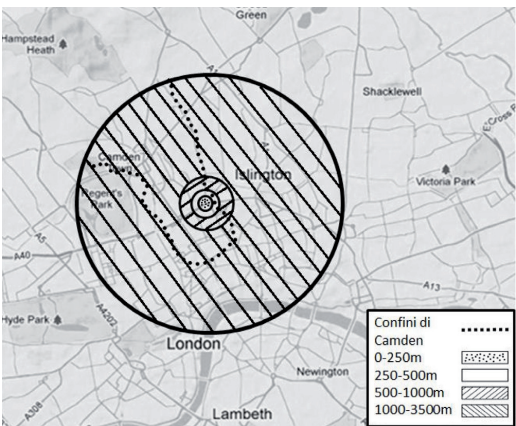


Fig. 4 - Stazione ad AV di St. Pancras: area di studio.
Fig. 4 – St. Pancras International HS station: study area.

TABELLA 4 - TABLE 4
MEDIA DEI VALORI IMMOBILIARI E VARIAZIONE PERCENTUALE
PROPERTY PRICES MEAN AND % CHANGE

Year	Camden		London	
	Mean Price	% Change	Mean Price	% Change
2001	288,95		193,98	
2002	326,30	12,93	226,09	16,55
2003	344,82	5,68	252,66	11,75
2004	360,81	4,64	269,38	6,62
2005	373,45	3,50	274,65	1,96
2006	408,77	9,46	292,21	6,39
2007	492,26	20,43	335,27	14,74
2008	519,78	5,59	333,74	-0,46
2009	469,16	-9,74	305,45	-8,48
2010	538,61	14,80	335,88	9,96
2011	565,16	4,93	342,24	1,89
2012	589,06	4,23	346,91	1,37

ue of the coefficient increase in 2010, first station operational year, although a decrease in 2011 can be registered, but it goes up in the first months of 2012. This shows how during the years, purchasers were willing to stay within this study area.

The structural variable Flat is negative and significant, revealing that in Newham citizens are willing to pay more for properties different from flat. Concerning the neighborhood variables, purchasers prefer to stay in places that are in a residential quiet area close to a car parking (within 400m from home). These variables, in fact, are significant and of the expected sign. Concerning the accessibility variables, they are of the expected negative sign, DistTube and DistMotWay variables are significant too. DistMotWay is negative, indicating the annoying effect on life quality caused by Newham being very close to one of the 3 motorways approaching Inner London, M11. Concerning the image variables BandX the same comments made for other variables hold. There is an image gain for dwellings taking place very close to the HS station. DisturbArea is negative and significant. The Box-Cox model follows the same trend of the Log Model.

A detailed analysis has been carried out considering the Durbin Watson test, which is useful to understand whether there is an autocorrelation among the residuals. Using the Cochrane-Orcutt transformation and repeating the Durbin Watson test, the calibration results show no autocorrelation.

In order to control for cross-sectional differences among districts we also analysed Camden Borough of London, whose land prices are shown in table 1 [22], [23]. Between 2002 and 2004 the trend of property prices in Camden is lower compared to the one in London. Between 2005 and 2007 the percentage change shows, with the opening of St. Pancras HS station, an increase. From 2008, the year after the opening of the station,

TABELLA 5 - TABLE 5

STAZIONE ST. PANCRAS INTERNAZIONALE: RISULTATI DELLE STIME
ST. PANCRAS INTERNATIONAL: ESTIMATION RESULTS

St Pancras International	SemiLog		SemiLog		Log		Box-Cox LHS		Box-Cox BHS	
	Model		Model		Model		Model		Model	
	β	t-student	β	t-student	β	t-student	β	t-student	β	t-student
Constant	0.725	8.847	1.705	5.009	0.623	7.624	0.562	9.34	0.652	5.337
Year2	0.127	3.93	0.283	2.092	0.127	3.898	0.105	4.387	0.16	3.307
Year3	0.171	5.22	0.404	2.942	0.168	5.095	0.136	5.589	0.221	4.5
Year4	0.247	7.673	0.667	4.97	0.24	7.441	0.187	7.884	0.33	6.876
Year5	0.3	9.473	0.751	5.688	0.291	9.187	0.229	9.821	0.394	8.34
Year6	0.396	12.586	0.991	7.55	0.389	12.344	0.305	13.158	0.524	11.165
Year7	0.59	18.14	1.626	12.038	0.573	17.681	0.438	18.34	0.802	16.57
Year8	0.573	15.885	1.604	10.674	0.56	15.515	0.428	16.106	0.782	14.536
Year9	0.542	13.888	1.674	10.289	0.531	13.589	0.396	13.77	0.761	13.082
Year10	0.658	21.076	2.042	15.672	0.652	20.832	0.486	21.089	0.93	19.967
Year11	0.677	21.491	2.109	16.044	0.671	21.256	0.5	21.539	0.956	20.353
Year12	0.773	13.442	2.879	11.993	0.766	13.286	0.556	13.118	1.137	13.254
Flat	-0.185	-2.464	-0.32	-1.021	-0.186	-2.476	-0.146	-2.643	-0.238	-2.127
CarPark	0.121	4.801	0.393	3.725	0.122	4.811	0.092	4.915	0.172	4.562
ResidentialRoad	0.104	6.437	0.264	3.901	0.106	6.5	0.08	6.72	0.143	5.909
DistTube	-0.164	-4.621	-0.073	-1.171	-0.033	-2.18	-0.026	-2.345	-0.099	-3.166
Band1YesHs	0.498	7.112	2.807	9.321	0.521	7.211	0.323	6.061	0.87	8.198
Band2NoHs	-0.167	-5.111	-0.524	-3.85	-0.153	-4.684	-0.107	-4.461	-0.238	-4.885
Band3NoHs	-0.229	-8.516	-0.686	-6.092	-0.217	-8.024	-0.158	-7.924	-0.322	-8.025
λ							-0.302		0.334	
R^2 Adj.	0.51		0.501		0.507		0.477		0.527	

brati. Questi includono specificazioni logaritmiche e Box-Cox. I risultati delle stime sono riportati in tabella 5, dove si riporta anche il valore della statistica t-student che individua la significatività dell'attributo. Una variabile per essere significativa deve avere un valore della t-student maggiore di 1.96.

Nei modelli relativi a St. Pancras le variabili *DistMotWay* e *DisturbArea* non sono state riportate in quanto non significative. La motivazione è che la stazione ad AV di St. Pancras è lontana dall'autostrada e quindi la relativa variabile non è rilevante per un potenziale acquirente. La variabile *DisturbArea* non è stata inclusa dal momento che l'area intorno a St. Pancras non ha subito una riqualificazione così estesa come quella di Stratford. Le variabili rimanenti sono significative in entrambi i casi. Questi risultati mostrano differenze significative tra i casi di Stratford e St. Pancras, particolarmente per quanto riguarda la distanza dalle stazioni. Mentre a Stratford i prezzi aumentano in tutte le tre fasce, a St. Pancras i prezzi aumentano solo per proprietà molto vicine alla

an increase can be registered as well. Table 4 thus shows that real estate prices in Camden grow clearly faster than prices in the whole of London since the opening of St. Pancras for Eurostar. This might be the consequence of the opening, but many other factors may play a role. And also the types of dwellings sold in Camden may be different from those in the rest of London. Therefore a more in-depth analysis has to be carried out.

For the St. Pancras case study, observations on prices were obtained from the UK Land Registry database of houses sold in England and Wales since 2001. The database is made up of 2848 property transactions from January 2001 till March 2012. Properties sold are within 3.5 km from St. Pancras and are divided into bands as well as Stratford (fig. 4).

Several regression models have been specified and calibrated, including logarithmic and Box-Cox specifications. Estimation results are reported in table 5 together with the t-student statistics reproducing the significance of an attribute. When the t-value is greater than 1.96 the variable can be considered significant.

In St. Pancras models *DistMotWay* and *DisturbArea* vari-

stazione (Band1). Questo risultato comporta che l'incremento dei prezzi osservato per Stratford non è causato da un incremento generale dei prezzi, nel qual caso osserveremmo una crescita uniforme in tutte le zone. A St. Pancras invece, a causa degli ottimi collegamenti urbani della zona, il prezzo degli immobili situati nella zona più vicina alla stazione aumenta perché fornisce agli abitanti un accesso diretto alla stazione senza l'utilizzo di trasporto intermodale. Questo sostiene la tesi che gli incrementi osservati nel valore degli immobili sono dovuti dalla ferrovia AV.

6. Conclusioni

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di fornire un contributo alla teoria dei prezzi edonici proponendo e testando una nuova formulazione derivante dall'ipotesi che le offerte per le abitazioni seguono una distribuzione di valore estreme del tipo Fréchet. Questo modello sostiene il modello logaritmico dei prezzi edonici ed offre un background teorico coerente per la derivazione del modello dei prezzi edonici. Il caso di studio della stazione Stratford International fornisce un supporto empirico in quanto il modello logaritmico ha delle prestazioni migliori sotto il punto di vista della riproducibilità (la bontà) dei dati con un parametro in meno rispetto al modello Box-Cox ed un valore del coefficiente della costante più basso.

Le stime del modello indicano che esiste un impatto sul valore degli immobili vicini alla stazione AV, ovvero quella di Stratford. Questo risultato è sostenuto dal confronto con l'altra stazione AV di Londra, ovvero St. Pancras. Gli effetti tempo nel modello riflettono il boom complessivo sui prezzi prima e dopo la costruzione della stazione, ed anche il crollo dei prezzi durante la costruzione della stessa. Il modello prende inoltre in considerazione gli attributi rilevanti nel definire il prezzo finale dell'abitazione e, grazie al potere esplicativo del modello, ha una buona capacità di previsione. È interessante sottolineare che il modello della stazione di St. Pancras fornisce un benchmark relativo alla dinamica dei prezzi nella città di Londra, dal quale si deducono importanti conclusioni e, in ultimo, che le differenze nei prezzi nel modello di Stratford sono indipendenti dal trend generale dei prezzi relative al mercato di Londra.

Alla fine di questo studio si può constatare che l'apertura di una stazione ad AV può contribuire allo sviluppo di un quartiere dove viene costruita. Guardando alla stazione come luogo, e non solo come nodo di trasporto, abbiamo dimostrato che le persone sono disposte a scegliere un'abitazione il più vicina possibile a questa essendo disposti a pagare di più.

ables were not reported since they were not significant. The reason is that St. Pancras HS Station is placed far from the motorway access and therefore this is not significant for a possible buyer. DisturbArea variable was not included because the area around St. Pancras had not been renewed as widely as Stratford was. The remaining variables are significant in both cases. This results show significant differences between Stratford and St. Pancras cases, particularly with regards to distance from the stations: while in Stratford prices increase in all three bands, with decreasing strength. In St. Pancras prices process only increase very close to the station (Band1); other parameters have the same sign. a general increase of prices, so a uniform growth can be observed in each zone. In St. Pancras, on the other hand, thanks to the good accessibility, property prices increase with decreasing distance from the station.

6. Conclusions

The objective of this paper has been to provide a contribution to hedonic pricing theory by proposing and testing a new formulation derived from assuming that bids for dwellings follows the extreme value Fréchet distribution. This model supports the log-in-prices model for hedonic prices and offers a theoretically consistent background for the derivation of the hedonic price model. The case study of Stratford International HS station gives an empirical support that the log-in-prices model works performs comparatively better with regards to: data fit (in two out of three cases), with one parameter less than the Box-Cox model and lower constant coefficient value.

The model estimates indicates that there is a high impact on property prices nearby Stratford HS station due to the proximity to the station. This results was supported by cross-sectional comparison with the other HS station in London, i.e. St. Pancras. The time effects model reflect the overall boom on prices before and after building the station, and also the fall in prices during construction. The model takes into account also the most relevant attributes in defining the final house price and, thanks to the good explanatory power of the model, it has a good forecasting capacity. It is interesting to highlight that St Pancras model provides a benchmark of the prices dynamics in the city of London, from where we get the important conclusion that the differences in prices in the Stratford model are independent of the general price trend in the London market

At the end of this study we can state that the opening of a HS station can help the redevelopment of the borough where the station is placed. Looking at the station place, not just as a transportation node, we demonstrate that people are willing to choose home as close as possible to the station being willing to pay more to be closer.

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] A. ANAS, Y. LIU (2007), "A regional economy, land use, and transportation model (Relu-Tran©): formulation, algorithm design and testing", *Journal of Regional Science* 47(3), pagg. 416-455.

- [2] D.E. ANDERSSON, O.F., SHYR, F. JOHNSON (2010), "Does high-speed rail accessibility influence residential property prices? Hedonic estimates from southern Taiwan", *Journal of Transport Geography*, 16, pagg. 1-20.
- [3] R.J. ARMSTRONG, D.A. RODRIGUEZ (2006), "An evaluation of the accessibility benefits of commuter rail in eastern Massachusetts using spatial hedonic price functions", *Transportation*, 33, pagg. 21-43.
- [4] E. CASCETTA, F. PAGLIARA, A. PAPOLA (2007), "Governance of urban mobility: complex systems and integrated policies", *Advances in Complex Systems*, 2, pagg. 339-354.
- [5] E. CASCETTA, F. PAGLIARA (2008), "Integrated Railways-based Policies: The Regional Metro System project of Naples and Campania", *Transport Policy*, 2, pagg. 81-93.
- [6] E. CASCETTA (2009), "Transportation Systems Analysis: Models and Applications", Springer New York.
- [7] E. CASCETTA, A. PAPOLA, F. PAGLIARA, V. MARZANO (2011), "Analysis of mobility impacts of the high speed Rome-Naples rail link using withinday dynamic mode service choice models", *Journal of Transport Geography*, 19, pagg. 635-643.
- [8] H.M. CELIK, U. YANKAYA (2006), "The impact of rail transit investment on the residential property values in developing countries: the case of Izmir subway", *Turkey, Property Management*, 24, pagg. 369-382.
- [9] A.T. COURT (1939), "Hedonic Price Indexes with Automotive Examples" in *The Dynamics of Automobile Demand*. General Motors Corporation: New York.
- [10] G. DEBREZION, E. PELS, P. RIETVELD (2011), "The impact of rail transport on real estate prices: an empirical analysis of the Dutch housing market", *Urban Studies*, 5, pagg. 997-1015.
- [11] S. KANTOR (2008), "The Economic Impact of the California High-Speed Rail in the Sacramento/Central Valley Area", report, University of California, Merced.
- [12] J.H. KIM, F. PAGLIARA and J. PRESTON (2005), "The intention to move and residential location choice behaviour", *Urban Studies*, 9, pagg. 1621-1636.
- [13] J. GALAMBOS (1987), "The Asymptotic Theory of Extreme Order Statistics", Wiley, New York: Wiley.
- [14] R. HALVORSEN, H.O. POLLAKOWSKY (1981), "Choice for functional form for hedonic price equations", *Journal of Urban Economics*, 40, pagg. 37-49.
- [15] R.C. JOU, J.Y. CHIEN, Y.C. WU (2011), "A study of passengers' willingness to pay for business class seats of high-speed rail in Taiwan", *Transportmetrica*, pagg. 1-16.
- [16] K.J. LANCASTER (1966), "A New Approach to Consumer Theory", *Journal of Political Economy*, 74, pagg. 132-57.
- [17] S. MALPEZZI (2003), "Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review", in T. O. Sullivan and K. Gibbs eds. *Housing Economics and Public Policy: Essays in Honor of Duncan MacLennan*, Blackwell.
- [18] S. MALPEZZI, L. OZANNE, T. THIBODEAU (1980), "Characteristic Prices of Housing in Fifty-Nine Metropolitan Areas", Research Report, Washington, DC: The Urban Institute, December.
- [19] L-G. MATSSON, J. WEIBULL, P.O. LINDBERG (2011), "Extreme values, invariances and choice probabilities". Manuscript presented at the Kuhmo Nectar Conference on Transport Economics, Stockholm.
- [20] D. MCFADDEN (1979), "Quantitative methods for analysing travel behaviour of individuals: some recent developments" in Hensher, D.A. and Stopher, P.R. (eds): *Behavioural travel modelling*. London: Croom Helm, pagg. 279-318.
- [21] F. PAGLIARA, E. PAPA (2011), "Urban rail systems investments: an analysis of the impacts on property values and residents' location", *Journal of Transport Geography*, 19, pagg. 200-211.
- [22] F. PAGLIARA, P. RIETVELD, J. PRESTON (2011), "A macro and micro analysis of the effects of High Speed Rail accessibility on residential property prices: Evidence from UK". *Proceedings of the 12th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, Lake Louise, Canada July 5-8.
- [23] F. PAGLIARA, P. RIETVELD, J. PRESTON (2011), "London High Speed stations impacts on residential property prices: the cases of St Pancras and Stratford stations". *Proceedings of the 17th European Colloquium on Quantitative and Theoretical Geography (ECQTG2011)*, Athens, 2-6 September.
- [24] F. PAGLIARA, J.M. VASSALLO, C. ROMÁN (2012), "High speed vs. air transportation: the Madrid Barcelona case study", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2289, pagg. 10-17.
- [25] S. ROSEN (1974), "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", *Journal of Political Economy*, 82, pagg. 34-55.