

UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

Sede amministrativa: Università degli Studi di Padova

Sede consorziata: Università degli Studi di Trieste

Dipartimento di Innovazione Meccanica e Gestionale

SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA GESTIONALE ED ESTIMO

INDIRIZZO: ESTIMO ED ECONOMIA TERRITORIALE

CICLO XXIII

## LE PROCEDURE DI ANALISI MULTICRITERIO A SUPPORTO DELLA STIMA IMMOBILIARE: IL DOMINANCE-BASED ROUGH SET APPROACH E L'UTA

**Direttore della Scuola :** Ch.mo Prof. Giuseppe Stellin

**Coordinatore d'indirizzo:** Ch.mo Prof. Giuseppe Stellin

**Supervisore :** Ch.mo Prof. Paolo Rosato

**Dottorando :** Paolo Damian



---

*“Ormai mi pare che, in tema di teoria delle stime, poco via sia da aggiungere a quanto è stato detto negli ultimi venticinque anni. Continuare ancora a teorizzare, in materia, fa correre il pericolo di cadere in sottigliezze poco feconde per i fini pratici dell'estimo. Assai meglio è che gli studiosi dedichino ormai le loro forze a render possibile o perfezionare le applicazioni dei concetti teorici ormai noti. In questa direzione v'è ancora molto da lavorare. [...] Lavoro, d'altronde, che non tanto richiede genialità o sapere di singoli individui, quanto la paziente e disciplinata collaborazione di molti.*

*Ma è proprio questo che è più difficile ottenere dagli studiosi italiani.”*

*Arrigo Serpieri (1946)*

*“Future progress in the field of valuation lies not in the further development of mathematical processes; it will be in the discovery and application of relationship between man and his environment”*

*George L. Schmutz (1948)*



---

## Abstract

Since the beginning of XX century real estate appraisers have been trying to introduce in the practice quantitative approaches developed from mathematical and statistical fields. The goal was to introduce a formal, objective and clear approach to real estate appraisal, over and above the usual heuristic approaches. The academic researches on quantitative methods spread over the past fifty years in particular on two main fields: on one hand an in-deep examination of the market mechanism, on the other hand setting-up robust and clear valuation models. Both these research fields have produced a great amount of works that has helped to steady the appraisal's scientific profile.

Nevertheless rebound in trade practice appraiser's activities seems small, as to hedge the application only in few circumstance as mass appraisal. Reason behind are known and essentially having reference to lack of availability and quality of data, and the need to test the data's strength, pliability, and transparency. These reasons together with a need for procedure able to taking into account also appraisers knowledge and judgment suggest the application of multiple criteria methods for real estate appraisal.

The aim of this work is to propose the application of two methods developed in multicriteria decision analysis (MCDA) as real estate appraisal tool: the dominance-based rough set approach (DRSA) and the UTA method.

Classical Rough Set Approach (CRSA) has been recently proposed as an automated valuation methodology for mass appraisal. In CRSA market data are organized in value classes and the procedure define a set of "if ... then ..." rules based on a "crisp" indiscernibility relations between the classes. Then rules are used to classify the properties in the appropriate value classes. To overcome the limits of the "crisp" rules a value tolerance relation (VRA) has been introduced to improve flexibility in rules generation.

The procedure proposed in this work is based on Dominance-based Rough Set Approach (DRSA) an extension of the CRSA suitable for valuation problems where the order properties of real property characteristics (surface, age, etc.) and the sales price is properly taken into account.

In DRSA indiscernibility principle is substituted by dominance principle and this improves the amount of information used by the model in defining rules. In particular DRSA does not need to organize market data in value classes because it permits to estimate a value interval for a specific property in terms of "at least" and "at most" values.

UTA method is a procedure able to asses a set of utility functions, consistent with the decision-maker's a priori preferences. The set of utility functions is assessed using an ordinal regression method and linear programming. Linear programming is used to optimally adjust additive non-linear utility functions. This method could be proficiently used as adjustments factors estimate in the Adjustment Grid Method (AGM).

An application of DRSA and UTA on a database of property gather in the city of Trieste (Italy) proves their usefulness for real estate appraisal.



---

## Abstract

Negli ultimi vent'anni si è registrata una particolare attenzione da parte della letteratura estimativa verso lo studio e la ricerca di nuovi approcci alla stima immobiliare. Tale attenzione è, in parte, da attribuirsi alle nuove richieste di un mercato immobiliare in evoluzione che richiede al perito estimatore una sempre maggiore attenzione ai processi che permettono di giungere ad un giudizio estimativo trasparente e verificabile.

Oltre ad affinare i consolidati approcci di carattere statistico-econometrico la disciplina ha cominciato ad esplorare le metodologie e modelli sviluppati in altri campi di ricerca. In particolare è stato rilevato come approcci propri dell'analisi multicriteriale possano essere applicabili con profitto al campo estimativo. Il lavoro di ricerca proposto sviluppa e approfondisce l'applicazione di due metodi sviluppati nel campo dell'MCDA, recentemente applicati anche al campo estimativo, la teoria Rough Set e l'UTA. La ricerca ha potuto evidenziare l'utilità di tali metodi come supporto all'attività estimativa di predisposizione del giudizio di stima su base sintetico-comparativa.



---

## Ringraziamenti

Desidero ringraziare il prof. Paolo Rosato per il costante supporto e scambio di opinioni sui temi di questa tesi e non solo. Devo a lui l'avermi, nel corso degli anni, portato ad accrescere sempre di più l'interesse verso questa materia e, soprattutto, nel guidarmi verso un confronto critico con il suo sviluppo storico e con il pensiero e le opere degli autori classici della disciplina.

Questo lavoro è debitore con il pensiero, l'opera e la disponibilità dimostratami da parte del prof. Salvatore Greco dell'Università di Catania. Il lavoro di questo professore insieme a quello del suo gruppo costituisce un segno di un'università italiana che, nonostante le difficoltà, riesce a produrre lavori di eccellenza. La mia ammirazione nei suoi confronti è forte.

Un ringraziamento va a Filippo Cibien, la sua passione, il suo entusiasmo e la cultura in campo filosofico mi ha spinto nel cercare di allargare l'orizzonte avventurandomi nelle fonti del pensiero economico e del pensiero occidentale. La parte introduttiva sulla genesi del concetto di valore è frutto di una reinterpretazione delle suggestioni che mi ha fornito. Grazie.

A V. con il quale ho condiviso questo percorso per intraprenderne uno ancora più lungo.



---

## Indice generale

1	Introduzione.....	13
2	Aspetti teorici.....	17
2.1	La genesi del concetto di valore.....	17
2.2	La teoria estimativa nella scuola italiana.....	23
2.3	La teoria estimativa nella scuola anglosassone.....	30
2.4	Il metodo estimativo.....	41
2.5	I procedimenti estimativi a supporto della comparazione.....	49
2.5.1	Breve evoluzione dei procedimenti quantitativi statistici.....	49
2.5.2	Il procedimento sintetico comparativo nella tecnica AGM.....	52
2.5.3	Procedimenti alternativi per la comparazione.....	62
2.6	L'approccio Rough Set.....	67
2.6.1	L'approccio classico (CRSA) aspetti teorici e applicazioni estimative.....	67
2.6.2	La teoria rough set basata sui rapporti di dominanza (DRSA).....	76
2.7	Il metodo UTA.....	85
2.7.1	L'UTA come metodo per il supporto alla decisione.....	85
2.7.2	Applicazioni in campo estimativo del metodo UTA.....	89
3	L'applicazione.....	101
3.1	Il campione.....	101
3.1.1	Le variabili rilevate.....	102
3.2	Le caratteristiche del campione.....	107
3.2.1	Il prezzo degli immobili.....	107

3.2.2 Le variabili indipendenti quantitative.....	108
3.2.3 Le variabili indipendenti qualitative.....	113
3.2.4 L'analisi di correlazione.....	130
3.3 L'applicazione del modello DRSA come procedimento di stima.....	133
3.3.1 La costruzione del programma.....	133
3.3.2 I risultati ottenuti.....	135
3.4 L'applicazione del metodo UTA come procedimento di stima.....	140
3.4.1 La costruzione del programma.....	140
3.4.2 I risultati ottenuti.....	143
4 Discussione.....	147
4.1 L'uso estimativo del DRSA.....	147
4.2 L'uso estimativo dell'UTA.....	148
5 Conclusione.....	151
Bibliografia.....	155
Allegati.....	172

# 1 Introduzione

La progressiva apertura del mercato immobiliare italiano alla dimensione internazionale, avvenuta rapidamente dopo il cambio di secolo, ha portato ad una forte spinta rinnovatrice all'interno di un settore fortemente strutturato e a basso tasso di innovazione come quello italiano.

Il tentativo di attrarre operatori, italiani e stranieri, verso nuove tipologie di investimento legate al comparto immobiliare diverse dal classico "mattone" ha portato ad un forte rinnovamento nella gestione dei portafogli immobiliari di importanti operatori del mercato insieme alla creazione di nuove forme di investimento, quali: fondi immobiliari, società di investimento immobiliare quotate, società di gestione del risparmio a carattere immobiliare, etc.

La necessità di elevati capitali iniziali in grado di attivare investimenti nel settore, dall'acquisto di un'abitazione sino alle grandi operazioni di trasformazione urbana, ha reso il settore bancario un elemento centrale all'interno del comparto. Gli accordi internazionali sulla trasparenza bancaria hanno portato ad elevare l'attenzione degli istituti di credito verso i rischi connessi agli impieghi destinati ai vari settori tra cui quello immobiliare.

Questi fenomeni hanno portato al progressivo accrescimento dell'importanza dei temi legati alla valutazione estimativa come componente fondamentale della funzione di decisione dei soggetti che operano all'interno del settore immobiliare.

All'accresciuta importanza si è accompagnato, però, una richiesta di maggiore apertura della disciplina estimativa italiana, se non di una sua progressiva omologazione, alle esperienze, prassi e procedure presenti in campo internazionale. Ciò ha comportato due conseguenze principali: la spinta verso una maggiore standardizzazione del processo valutativo e la richiesta di un livello qualitativo più elevato nella predisposizione dei giudizi di stima e nei procedimenti adottati.

Per quanto riguarda la prima, la mancata formazione in Italia di una figura professionale estimativa univoca, insieme ad una sua associazione professionale o albo di riferimento, ha provocato un elevato ritardo rispetto alle esperienze di altri paesi. Soprattutto nei confronti dei paesi anglosassoni dove la figura del valutatore presenta da molto tempo una propria specificità confermata dalla lunga storia delle loro associazioni professionali. Tale ritardo spiega in parte la rapidità e la facilità con la quale sono stati introdotti, nel contesto italiano, gli standard valutativi internazionali (IVS, EVS, IAS, RICS, etc.) senza un adeguata codifica dei loro principi allo specifico contesto italiano sia professionale che disciplinare. Con la pubblicazione degli *Italian Valuation Standard* il divario, da questo punto di vista, è stato parzialmente colmato. Manca, però, a tutt'oggi l'azione più importante al fine di ottenere una reale applicazione degli stessi, ovvero la creazione di una figura professionale riconosciuta e sostenuta da un'univoca associazione professionale. L'attuale situazione italiana si colloca, infatti, in una fase intermedia con la compresenza e l'applicazione di più standard valutativi, seppure nella loro essenza non dissimili fra loro, sostenuti da diverse associazioni insieme ad una lontananza da questi temi di una gran parte del settore professionale.

La richiesta di giudizi di stima con un maggior livello qualitativo porta alla necessità di implementare procedimenti trasparenti e ripercorribili, maggiormente "oggettivi" ovvero meno legati alla libera interpretazione del mercato da parte dell'estimatore. Aspettative generalmente disattese nella pratica professionale italiana. Ecco perché, insieme agli standard, notevole importanza hanno progressivamente assunto i procedimenti estimativi sviluppati dalle scuole anglosassoni. Questi procedimenti si differenziano da quelli sviluppati dalla scuola italiana, non tanto nella forma ma nella maggior attenzione posta verso l'utilizzo di effettivi dati di mercato sui quali basare il processo logico di stima. Tale diversa impostazione non è tanto imputabile ad un differente sviluppo teorico ma quanto all'estrema difficoltà per gli estimatori italiani di reperire informazioni relative alle reali somme transate<sup>1</sup>.

---

1 Miglioramenti, da questo punto di vista, cominciano a registrarsi grazie all'introduzione del cosiddetto prezzo valore con l'art. 1, comma 497 della L. 23 dicembre 2005, n. 266 (finanziaria 2006) e successive modifiche. La norma permette, nel caso di cessione di immobili ad uso abitativo nei confronti di persone fisiche che non agiscano nell'esercizio di attività professionali, di assumere come base per l'imponibile il valore catastale e non più il valore dichiarato nell'atto. Tale semplice modifica ha permesso di far emergere, con più frequenza rispetto al passato, i reali valori di compravendita.

Particolare importanza assumono, dunque, i processi a supporto della stima secondo l'aspetto del più probabile valore di mercato. La ricerca in questo campo ha concentrato i suoi sforzi, soprattutto, nello sviluppo di applicazioni di carattere statistico. La necessità di un elevato numero di dati, relativamente omogenei, per questo tipo di indagine, ne ha però limitato l'impiego soprattutto in contesti, quale quello italiano, caratterizzato dalla scarsità dei dati.

In situazioni caratterizzate da carenza di informazioni lo sviluppo di procedure quanti-qualitative capaci di supportare il giudizio, di carattere deduttivo, espresso dall'estimatore ha dimostrato essere una possibile alternativa. Tali metodi, derivati dalla teoria dell'aiuto alle decisioni, possono essere visti come utili strumenti di supporto all'estimatore in questo processo. Lo sviluppo di procedimenti di questo tipo nel campo estimativo costituisce un interessante campo di ricerca, ancora poco esplorato, ma con un elevato potenziale data la ricchezza della letteratura sviluppata nel campo dell'aiuto alla decisione.

Questo lavoro si propone di presentare un contributo originale al tema della stima immobiliare sviluppando e approfondendo l'applicazione di due metodi sviluppati nel campo dell'aiuto alla decisione, recentemente applicati anche al campo estimativo, la teoria Rough Set e l'UTA. La ricerca ha potuto evidenziare l'utilità di tali metodi come supporto all'attività estimativa di predisposizione del giudizio di stima su base sintetico-comparativa.



## 2 Aspetti teorici

### 2.1 La genesi del concetto di valore

Fondamentale, per l'assimilazione della formazione di una teoria del valore, resta la comprensione dei "fatti economici" in quanto costituiscono parte integrante e essenziale della forma politica, etica, sociale di una nazione e come tali risultano subordinati alle leggi di queste tre forme. Gli studi economici del secolo appena concluso mettono fortemente in rilievo il progressivo affermarsi in Occidente di una dimensione a sé stante dell'economia dichiaratasi *autonoma*, libera dalla subordinazione al sociale e alla politica, nella consapevolezza, comunque, che "la stessa politica subisce la pressione a trasformarsi da scienza dell'intero in scienza della parte, da istanza che coinvolge ad un tempo il «vivere» e il «vivere bene» della polis, a tecnica di governo" (Ruggiu, 1982).

Spetta a Polanyi il merito di aver richiamato l'attenzione sul nesso essenziale che intercorre tra la genesi dell'autonomia dell'economico e la riduzione della politica a scienza della parte, evidenziando come nelle società pre-capitalistiche l'economico sia confuso, vincolato (*embedded*) al sociale (Polanyi, 2000)<sup>2</sup>. Solo con l'avvento del sistema di mercato, l'economia trova il suo spazio autonomo, regolato dalle proprie leggi e dalle proprie finalità. In Aristotele Polanyi vede lo "*scopritore dell'economia*" (Polanyi e Dalton, 1971), sebbene l'approccio aristotelico risulti improntato al sostantivismo, vincolato, insomma, alla posizione del primato del sociale e del politico sopra l'economico.

Per Aristotele l'economia è un fatto morale e la virtù che sovrintende l'economia è la giustizia; per questo lo stagirita può affermare che la moneta ha usi "leciti" e "illeciti". Se essa viene usata in "modo naturale" serve per consolidare i rapporti tra

---

<sup>2</sup> La grande trasformazione è per l'appunto *l'utopia di un libero mercato autoregolato*, la cui conseguenza, a distanza di un secolo e mezzo dalla sua invenzione è, nell'ottica di Polanyi, la desertificazione dell'ambiente sociale e culturale.

uomini, facilitando gli scambi e incrementando il valore delle merci, mentre ogni uso della moneta che danneggia questi rapporti è innaturale e illecito (Aristotele, 2007). Ad un certo punto, la concezione del sistema naturale entra in crisi con l'emergere di tecniche non-naturali di acquisizione della ricchezza: la così detta *crematistica*, "che non è per natura, ma deriva da una forma di abilità". In Aristotele vive la consapevolezza, precorritrice della celebre distinzione di A. Smith tra valore d'uso e valore di scambio, che ogni oggetto di proprietà ha due usi (per esempio la scarpa può usarsi sia come calzatura che come oggetto di scambio), e parallelamente la convinzione che: "di tutto si può fare scambio" perché "gli uomini hanno di alcune cose più del necessario, di altre meno". La crematistica attesta il sorgere di una nuova *téchne* che si propone un fine infinito e illimitato distruggendo la distinzione tra tecniche produttive e tecniche d'uso; le prime vengono subordinate alle seconde, poiché ponendo la ricchezza come vero fine, la tecnica produttiva diviene nello stesso tempo tecnica d'uso: mezzo e fine contemporaneamente.<sup>3</sup>

Si afferma in questo modo un nuovo spazio economico che rovescia il sistema della natura per cui tutto è solo mezzo in vista dell'arricchimento ed *ogni cosa può e deve essere valutata*. La *téchne* piega la natura ai bisogni dell'uomo. I bisogni non sono più naturali ma *artificiali*, vengono creati dal sistema economico stesso: dal primato del valore d'uso si passa al primato del valore di scambio. Per questo, dice Aristotele, di "tutto si può fare scambio", poiché tutto può essere investito dalla potenza di utilizzabilità dell'uomo. Lo scambio subisce una metamorfosi, quasi irreversibile, per cui esso non è più solo la forma in cui i beni si dispongono fra i soggetti secondo bisogni, ma diventa esso stesso fonte e modo di produzione della ricchezza.

Siamo alle origini della nascita del problema della determinazione del valore di un prodotto a cui va riconosciuta una duplice fonte: da un lato la considerazione oggettiva, in quanto quantità del lavoro necessario alla sua produzione; per un altro verso la considerazione soggettiva più legata al concetto di bisogno.

La tesi del valore oggettivo di una merce è sostenuta da autori come S. Tommaso, W.D. Ross, Riccardo, Schumpeter e anche dallo stesso Aristotele, per cui in tutte le forme dello scambio, l'oggetto della transazione concerne sempre direttamente o

---

3 Cfr. Ruggiu, 1982, op. cit.

indirettamente il lavoro dei contraenti: l'*ergon*. Il prodotto non è altro che ciò in cui si svela la potenza e si concretizza l'esistenza dell'uomo: "ciò che uno è in potenza, questo lo rivela in atto l'opera", scrive Aristotele sottolineando che per questo, "tutti gli uomini amano di più i loro prodotti, come fanno i genitori ed i poeti" (Aristotele, 2000). Ogni bene non è altro che lavoro, mentre il suo valore è costituito dalla quantità e qualità del lavoro impiegato alla sua creazione. Come ha ben visto Marx, sorge però il problema dell'eguaglianza dei prodotti al fine dello scambio, visto che "è impossibile che cose tanto differenti diventino propriamente commensurabili, ma per l'uso corrente ciò può verificarsi in misura sufficiente" (Marx, 2009). Lo scambio presuppone la *diversità* dei soggetti e delle rispettive attività, ma in Aristotele c'è l'impossibilità di pervenire al lavoro come sostanza comune che renda omogenei e commensurabili i valori d'uso per lo scambio.

La concezione del valore soggettivo dipende invece dalle considerazioni inerenti alla domanda e all'offerta. Il bisogno è il valore comune dello scambio e il valore del prodotto è connesso alla sua capacità di appagamento di bisogni. Del bene economico si può dire ciò che si dice del bene morale: "esso non vale in assoluto, ma si determina in rapporto alle diverse categorie, non solo in rapporto ai suoi significati, ma anche in relazione al suo valore."<sup>4</sup>

Anche durante l'età medievale rimane vivace il dibattito attorno al problema del valore e dello scambio. Prende il via una disputa sul problema della "*commutatio lucrativa*", ovvero lo scambio commerciale finalizzato non per l'appagamento del bisogno, ma per la vendita e l'accumulo di denaro, presente tanto nella riflessione di Duns Scoto, quanto in quella di Tommaso. Scoto determina negativamente il "giusto prezzo", egli infatti sostiene che i commercianti non debbano attenersi a prezzi fissati dalle autorità e calcolati sul costo di produzione, ma che sia lecito basarsi sul costo soggettivo delle merci, calcolato sulla stima individuale dell'utilità (*aestimatio*). Per Tommaso, invece, l'unico lucro lecito è lo *stipendium laboris*, ossia, ogni individuo è legittimato a guadagnare quello che lo ripaga del lavoro che ha prodotto per favorire lo scambio. In età moderna le considerazioni di carattere morale dovranno tenere conto di realtà economiche sempre più complesse per cui non sarà più possibile, come in

---

4 Cfr. Ruggiu, 1982, op. cit.

Tommaso, la subordinazione di ogni avvenimento economico con la legge divina o la posizione aristotelica<sup>5</sup>. È l'epoca moderna che vedrà una separazione netta tra il momento economico e quello meta-economico, dove l'ambito economico è ancora vincolato a strutture politico-religiose.

Il concetto di valore in senso economico comincia a imporsi con Hobbes, che definisce il "valore di un uomo" in base "al prezzo che si pagherebbe per l'uso del suo potere" (Hobbes, 2001). Questo significa che il valore "*is not absolute*" ma dipende dal bisogno, dall'uso e dal giudizio altrui.

Spetta solo ad Adam Smith, il titolo di "fondatore della scienza economica". Smith, infatti, assume il metodo filosofico di Newton per spiegare i fenomeni del "mondo" economico. Per illustrare tale sistema non occorre rifarsi ad un apparato trascendentale ed occulto, bensì basterà introdurre la risposta giusta ad una domanda ben posta. Nell'economia politica classica il valore delle merci è riconducibile al lavoro come fonte originaria di ogni ricchezza. In "*the Wealth of Nations*" si prende in esame il concetto della *divisione del lavoro* tipico delle società capitalistiche, ma inesistente in quelle pre-capitalistiche, dove l'economia non è finalizzata allo scambio, ma alla soddisfazione dei bisogni (Smith, 2008). Smith si interessa principalmente dei beni capitali, della loro accumulazione e allocazione; i motivi per cui è necessaria una riserva di beni per poter mettere in moto il lavoro come capacità di produzione di nuovi beni. In questo senso si coglie la celebre distinzione tra *lavoro produttivo*, che si fissa in un *bene materiale* durevole e così aumenta il fondo dei beni a disposizione della società, e il *lavoro improduttivo*, che producendo un *servizio* non produce alcun valore durevole e non aggiunge nulla al fondo della società. La ricchezza della società è un *circular flow*, intesa come il prodotto annuo di una nazione che crea del surplus, e che nella teoria dei prezzi si traduce nel fatto che il valore delle merci dipende dal valore del lavoro. Il lavoro, in questo senso, cristallizza la destrezza del lavoratore, le sue conoscenze, il suo sacrificio. Il prodotto del lavoro è merce che può essere scambiata con qualunque altra e che permane nel tempo con il suo accumulo di valore. Smith appare il fondatore del liberalismo assoluto, promuovendo l'egoismo come cemento della vita associata. Scrive

---

5 Il fine mai nascosto di Tommaso è quello di conciliare i fatti economici con le dottrine esposte nelle Sacre Scritture e nelle opere dei padri della chiesa. Ciò non inficia però, in una società profondamente influenzata dall'autorità ecclesiastica, il metodo razionale e il valore delle discussioni anche attorno a problemi come il prestito ad interesse e l'usura.

Smith in uno dei passi più celebri della storia economica: “Non è certo dalla *benevolence* del macellaio, del birraio o del fornaio che ci aspettiamo il nostro pranzo, ma dal fatto che essi hanno cura del proprio interesse. Noi non ci rivolgiamo alla loro umanità, ma al loro egoismo e con loro non parliamo mai delle nostre necessità, ma dei loro vantaggi. Nessuno che non sia un mendicante sceglie mai di dipendere soprattutto dalla benevolenza dei suoi concittadini, e persino un mendicante non dipende esclusivamente da essa”.

Il valore di ogni merce è dato dal lavoro altrui che può essere ottenuto nello scambio: *il lavoro comandato*. Prima dell’accumulazione del capitale e dell’appropriazione della terra, il prodotto appartiene interamente al lavoratore e il lavoro comandato si identifica con il *lavoro incorporato*.

Sulla scorta della distinzione smithiana tra lavoro produttivo e lavoro improduttivo Ricardo delinea una forma di redistribuzione del guadagno identificando tre principali classi di reddito: proprietari terrieri, capitalisti e lavoratori, in una teorizzazione essenzialmente pessimistica, in forte contrasto con la visione ottimistica sottesa alle teorie di Smith.<sup>6</sup> La teoria dei prezzi di Ricardo si fonda sul valore come lavoro incorporato (diretto-indiretto), dove il valore di scambio è regolato dalle difficoltà di produzione. Tuttavia i prezzi non sono mai proporzionali alle quantità di lavoro in quanto ciò è in contraddizione con la teoria dell’uguaglianza del saggio del profitto tra settori imposta dalla concorrenza. Nasce così il problema di individuare una “misura invariabile” del valore, un “valore assoluto” come “valore di scambio che non ha ragione di mutare in quanto prodotto nei vari periodi dalla stessa quantità di lavoro, nelle condizioni medie di ogni periodo.” (Ricardo, 2009).

A ciò ci aggancia la riflessione metodologica condotta da T.R. Malthus, in quanto risposta a Ricardo e al suo tentativo di fondare l’economia politica su un sapere rigorosamente astratto e deduttivo. Malthus sviluppa un approccio metodologico,

---

<sup>6</sup> Ricardo perviene ad una teoria conflittuale della distribuzione come crisi pessimistica della crescita economica, comprendete la previsione di un finale “stato stazionario”. Lo sviluppo capitalistico avrebbe, di fatto, portato alla messa a cultura di terre sempre meno fertili e con ciò avrebbe fatto declinare il saggio di profitto, riducendo l’incentivo degli imprenditori ad investire. Da questa condizione di stazionarietà il sistema economico non si sarebbe ripreso se non attraverso l’introduzione di nuove tecniche produttive o attraverso il concetto di “vantaggio comparativo”, per cui ogni nazione ha interesse a specializzarsi in una data produzione piuttosto che erigere barriere mercantilistiche.

ripreso più di un secolo dopo da J.M. Keynes nella *Teoria generale dell'occupazione, dell'interesse e della moneta*, che enfatizza la natura "morale" e "politica" del sapere economico e per questo difficilmente riducibile al modello delle scienze esatte (Malthus, 1820).

Infine, a conclusione di questo breve spaccato di storia del pensiero economico sul concetto di valore, risulta importante un accenno al *Capitale* di K. Marx. Per il pensatore di Treviri il valore rimanda alle considerazioni sugli aspetti monetari e di forza-lavoro del capitalismo. La merce, in quanto prodotto del lavoro, ha un carattere duplice, da un lato ha un'esistenza naturale, dall'altro un'esistenza sociale, è sia valore d'uso sia valore di scambio. Il valore d'uso fa riferimento alla qualità di un prodotto, mentre il valore di scambio alla quantità. Lo scambio presuppone sempre un'astrazione delle caratteristiche fisiche e dell'utilità di una merce; il denaro diventa così "*l'equivalente generale*" di tutte le merci. La merce capitalistica deve sempre generare più moneta di quella anticipata dal finanziamento iniziale, ovvero un surplus. Infine lo scambio tra due merci presuppone sempre una terza componente; ogni merce ha in comune con le altre il lavoro umano in essa oggettivato. Dal punto di vista del valore d'uso ciò che conta è il "*lavoro concreto*", gli oggetti possono essere scambiati, ossia trattati come equivalenti, per il fatto che in essi è oggettivato lavoro umano "*lavoro astratto*", che fa riferimento al valore di scambio. Il lavoro astratto si esprime quantitativamente come tempo di lavoro socialmente necessario; solo la *forza-lavoro*, non il lavoro, è propriamente l'unico valore d'uso che ha la proprietà di essere fonte di valore. Ne viene che, al di là del tempo di lavoro necessario per il suo riprodursi, la forza lavoro è impiegata dal capitalista per un tempo di lavoro ulteriore, così da formare *plusvalore*. Oltre all'importanza della distinzione tra capitale fisso e capitale circolante, risulta centrale anche quella: tra la parte di capitale impiegata nei mezzi di produzione, il cui valore si trasferisce invariato nel prodotto finito "*capitale costante*", e la parte di capitale impiegata in forza-lavoro e il cui valore aumenta esponenzialmente durante il corso del processo lavorativo, "*capitale variabile*". Il saggio del plusvalore è determinato essenzialmente dal rapporto plusvalore – capitale variabile e non dal rapporto valore – capitale totale, dove tale rapporto determina persino il grado dello sfruttamento. In Marx, teoria del valore, teoria della moneta, e teoria della

trasformazione morfologica del processo capitalistico fanno parte di un medesimo movimento concettuale.<sup>7</sup>

## 2.2 La teoria estimativa nella scuola italiana

La disciplina estimativa ha origini antiche quanto la società umana (Niccoli, 1889) è, infatti, da considerarsi come un'attività fondamentale e regolatrice rispetto alle operazioni di scambio, a carattere patrimoniale o reddituale, che necessariamente si instaurano all'interno di una società organizzata di individui e ai fini dell'imposizione fiscale. Tale disciplina rimane confinata all'interno di una pratica empirica ma già dal XVI secolo alcuni autori individuano la necessità di una sua progressiva razionalizzazione<sup>8</sup>. L'introduzione di un corpus metodologico e l'inizio dello sviluppo della la teoria estimativa si fa comunemente risalire alla pubblicazione del "Trattato delle Stime de Beni Stabili" di Cosimo Trinci edito nel 1755 (Malacarne, 1984; Simonotti, 1990). La pubblicazione del trattato si inserisce all'interno di un contesto sociale in evoluzione segnato dai tentativi di trasformazione fondiaria portati avanti dai governi illuminati, in particolare in Toscana da Leopoldo I, e dallo sviluppo delle istituzioni catastali insieme alle prime disposizioni di legge in materia estimativa. Tale evoluzione porta ad un aumento dell'interesse nei riguardi dell'estimo ed il maturarsi di un acceso dibattito, destinato a caratterizzare la prima fase dell'evoluzione della teoria estimativa, tra i cosiddetti *sucettivisti* e gli *attuarialisti*. I primi, di cui il Trinci fu uno dei precursori, sostenevano come la stima debba basarsi sulla rendita che si potrebbe ricavare da un bene economico e vedevano nella procedura "empirica" della stima a vista, ovvero della comparazione, l'unico mezzo per la stima del valore di un bene. I secondi<sup>9</sup>, invece, sostenevano che la stima di un bene economico debba fondarsi sulle sue condizioni al momento della stima e individuavano nella stima per capitalizzazione l'unico mezzo razionale con il quale giungere alla stima del valore venale dei beni. La

---

7 In realtà la teoria del valore è a un tempo – secondo le linee guida hegeliane – anche teoria dell'alienazione, dell'astrazione reale e della contraddizione. Nel capitalismo si attua un reale scontro di classe: la teoria del valore è anche teoria della crisi e teoria della rivoluzione.

8 Per un approfondimento storiografico sulle origini dell'Estimo si rimanda alla copiosa letteratura prodotta da Di Fazio (1978; 1979; 1981; 1983), Panerai (1955; 1956) e all'indagine bibliografica svolta da Lo Bianco (1983).

9 Fra i maggiori esponenti si segnalano i tre primi titolari della cattedra di "Economia rurale ed estimo" presso la Regia Scuola di Applicazione per Ingegneri di Torino i professori: Borio, Fettareppa e Tommasina.

contrapposizione fra le due scuole di pensiero non porta ad una significativa evoluzione della teoria estimativa e, soprattutto, non procura un incremento della razionalizzazione delle stime svolte dagli estimatori pratici. È nel primo ventennio del XX secolo grazie all'opera del Serpieri (1917) che la teoria estimativa abbandona le basi puramente matematiche per acquisire una solida impostazione concettuale basata sulla teoria economica marginalista. Serpieri, infatti, riesce nell'intento di impostare la teoria estimativa in forma assiomatica riunendo le riflessioni ed i contributi sviluppati dagli autori precedenti<sup>10</sup>. In particolare, il pensiero serpieriiano si raccoglie intorno ad alcuni capisaldi, sintetizzati efficacemente dal Malacarne (1960), di seguito riportati:

- l'introduzione dei criteri di valutazione (valore di mercato, costo, valore di capitalizzazione, valore di trasformazione, valore di surrogazione);
- l'interpretazione della stima come attribuzione di valore, e non come determinazione o misura del prezzo di mercato;
- l'introduzione del concetto di scopo della stima;
- il concetto di razionalità della stima visto nella dipendenza logica del criterio di valutazione dallo scopo della stima;
- l'impostazione del metodo di stima sui fondamenti dell'economia;
- l'interpretazione economica del principio dell'ordinarietà nella stima del prezzo di mercato.

Sulla nuova fisionomia impressa alla disciplina dal Serpieri si innestano le riflessioni ed i contributi di autori come Medici e Famularo che portano a compimento il percorso intrapreso. È lo stesso Serpieri (1946) ad affermarne la compiutezza quando scrive: “in tema di teoria delle stime, [mi pare che] poco vi sia da aggiungere a quanto è stato detto negli ultimi venticinque anni”.

Senza timore di essere smentiti si può affermare che con l'inizio degli anni sessanta la teoria estimativa italiana può ritenersi completa e pienamente abilitata anche dal punto di vista disciplinare. Gli importanti apporti teorici forniti dal Di Cocco (1960)

---

<sup>10</sup> Soprattutto del Gobbi e del Pantaleoni ma anche quelle sviluppatasi intorno al concetto di valore nel dibattito fra Croce e Pareto e nelle riflessioni del Valenti. Per un approfondimento sull'ambiente di formazione del Serpieri e le sue fonti si rimanda al lavoro del Milanese (2001).

portano, infatti, a maturità il percorso intrapreso dai precedenti autori. Una maturità testimoniata dalla definizione della disciplina stessa che raggiunge, grazie a questo autore, la sua forma più elegante e compatta: "l'Estimo è l'insieme dei principi e delle norme che disciplinano la formulazione di un giudizio di valore che deve essere oggettivo, condizionato a particolari situazioni concrete e purtuttavia generalmente valido" (Di Cocco, 1957). Tale definizione sintetizza in se i contenuti assiomatici sviluppati nel periodo, riassumibili in cinque principi o postulati<sup>11</sup>:

- dipendenza del valore dalla ragione pratica che la stima si prefigge di perseguire, ovvero dal suo scopo ;
- previsione come carattere immanente del giudizio di stima;
- prezzo come fondamento del giudizio di stima;
- unicità del metodo estimativo basato sulla comparazione;
- ordinarietà del giudizio di stima.

A questi si accompagnano i criteri di valutazione o più propriamente, secondo Famularo e Medici<sup>12</sup>, gli aspetti economici. Ai classici cinque, introdotti dal Serpieri, vi si aggiunge un sesto ad opera del Famularo (1943) corrispondente al più probabile valore complementare.

Sucessivamente, con il Famularo (1947) prima e soprattutto con il lavoro del Forte (1968) poi si delinea lo sviluppo di una matrice teorica, sempre meno legata al tradizionale settore agricolo, all'interno della quale acquisiscono sempre più importanza le tematiche relative alla realtà urbana e allo sviluppo delle città. Lo sviluppo industriale e l'aumento demografico portano con se, infatti, l'inevitabile aumento delle dimensioni dei centri abitati con il relativo aumento del mercato della

---

11 Si è preferito riportare l'impostazione presentata da Forte e De Rossi (1974) e ripresa dal Simonotti (1997). Altri autori propongono una diversa impostazione come il Malacarne (1975) che esclude il postulato del prezzo proponendo una visione estensiva dell'estimo riguardante la ricerca non tanto di un giudizio di valore ma quanto di un giudizio di quantità. Oppure come Michieli (1993) e Polelli (2006) che aggiungono i seguenti postulati: dipendenza della previsione dall'orizzonte economico e dalla propensione al rischio della maggior parte degli operatori economici rispetto al bene oggetto di stima; permanenza delle condizioni.

12 Il Famularo (1943) seguito dal Medici (1955) introducono la nozione di aspetto economico al fine di delineare la distinzione fra lo scopo per il quale la stima è richiesta e la formulazione del quesito estimativo.

valorizzazione delle aree e degli immobili urbani. Questi mercati, possedendo caratteristiche differenti da quelle del settore agricolo, richiedono una specifica riflessione estimativa<sup>13</sup>. Se per alcuni il lavoro del Forte porta ad una svolta sul piano culturale e metodologico della disciplina estimativa in realtà si possono osservare due fenomeni distinti ma fortemente legati.

Il primo riguarda la progressiva evoluzione dei concetti sviluppati dalla scuola estimativa in questo particolare contesto. Tale operazione non appare particolarmente innovativa per la disciplina; piuttosto, assume le caratteristiche di un progressivo adattamento di un corpus di conoscenza che, come aveva già sottolineato il Famularo (1959), solo superficialmente mostrava un'impronta specificatamente rurale. Tale impronta, infatti, derivava dalla spinta di pratiche esigenze dettate da un'attività economica italiana prevalentemente agricola fino agli sviluppi del processo industriale. La disciplina, però, aveva acquisito, grazie all'impostazione data dal Serpieri, una categoria logica autonoma e quindi non più bisognosa di particolari attributi o di particolari categorie di beni. L'estimo speciale, quale è l'estimo urbano o immobiliare, necessitava, quindi, di una codifica di questa logica per i particolari fenomeni oggetto della sua indagine e non della costituzione di una categoria autonoma.

Il secondo mostra la necessità di un ampliamento della metodologia estimativa in modo da rispondere alle nuove domande, ovvero agli scopi, richiesti da questo settore. In particolare, per la predisposizione di giudizi inerenti la convenienza economica, l'ausilio alle scelte di pianificazione e la razionalizzazione dei procedimenti di stima<sup>14</sup>. Il campo estimativo viene così progressivamente allargato alla formulazione di giudizi di stima richiesti dalla mutata dinamica economico-sociale riguardanti nuove tipologie di beni e diritti, con particolare riferimento a quelli di rilevante interesse pubblico non aventi mercato<sup>15</sup>, ed a particolari aspetti del valore che comportano una visione a serie aperta degli aspetti economici<sup>16</sup>.

---

13 Per un attenta disamina svolta nella città di Torino dei fenomeni urbani legati allo sviluppo della città e delle sue implicazioni sul mercato delle abitazioni e dei valori si veda il saggio di Curto (1990).

14 Per un'approfondimento della tematica si rimanda agli atti del IV incontro dei cultori di estimo e alla relazione introduttiva al convegno tenuta dal Forte (1974).

15 Per quanto riguarda questi particolari tipi di beni si rimanda al lavoro di Stellin e Rosato (1998) per i beni ambientali e a Fusco Girard (1994) per i beni artistico-culturali.

16 Su questi tema risulta interessante il dibattito sviluppatosi dai cultori durante il 7° incontro di estimo

Pur rischiando un'eccessiva semplificazione si può affermare che dal punto di vista teorico poco si aggiunge negli anni settanta e ottanta alle tematiche introdotte. Fatta eccezione per il dibattito sviluppatosi fra le scuole estimative italiana e spagnola e per i contributi del Rizzo. Per quanto riguarda il primo, con la pubblicazione del libro «Concepto y métodos de valoración agraria» di Vincente Cabaler emerge il tema del valore soggettivo dei beni economici. Tale principio, sviluppatosi all'interno del campo della valutazione d'impresa della scuola tedesca ed introdotto nel campo dell'estimo rurale dalla scuola estimativa spagnola, nasce da una diversa impostazione di partenza del ruolo dell'estimatore e dalla critica al postulato dell'ordinarietà. Tale impostazione, infatti, considera il giudizio valore mutevole non solo rispetto all'aspetto economico ricercato ma anche rispetto alla tipologia degli operatori che agiscono nello specifico mercato. Ciò premesso il valutatore, secondo gli autori spagnoli, dovrebbe presentare al decisore (il committente, il giudice, l'autorità fiscale, etc.) varie soluzioni possibili astenendosi dal convergere verso un unico valore anche se il più probabile<sup>17</sup>. Se alcuni autori della scuola italiana reagiscono con forza alla impostazione della scuola spagnola (Michieli, 1977) altri come il Rizzo trovano in questa supporto alle riflessioni sviluppate dalla scuola catanese e rimaste, secondo l'autore, parzialmente nascoste (Rizzo, 1986a). Il Rizzo già nel 1975 espone la necessità di rivedere i fondamenti economici della teoria estimativa ancorati ai principi della scuola neoclassica marginalista a vantaggio delle riflessioni più recenti di matrice keynesiana (Rizzo, 1975). Infatti, parlando della necessità di estendere il campo della disciplina estimativa a nuovi

---

organizzato dal Ce.S.E.T. intorno alla relazione presentata dal Misseri (1977). L'autore indica quattro richieste poste all'estimo: il superamento dell'ancoraggio specifico alle categorie economiche pure; i riflessi sul valore della mutata dinamica economico sociale; l'allargamento della categoria dei beni a cui è richiesta un'attribuzione di valore; la presa di coscienza della variabilità interna di alcuni beni complessi cui è attribuibile un valore.

17 In un articolo pubblicato da Genio Rurale Balestero e Caballer (1981) parlano del problema estimativo secondo due punti di vista il primo, sviluppato dalla scuola italiana, "el análisis de los diversos valores de un bien" la seconda "si es o no correcto que el valador, en el juicio de estima, ofrezca varias soluciones posibles, es decir, dos o más valores, para que un centro superior de decisión (un juez, una autoridad fiscal, un cliente, etc.), elija después uno entre ellos." Per gli autori, infatti, "el juicio de estima conducirá a un valor único si, y sólo si, el centro superior de decisión ha fijado el objetivo y, a la vez, el perito ha considerado una hipótesis única de comportamiento, ya sea porque existe certeza absoluta sobre el comportamiento de las variables económicas en el futuro, ya sea porque todas las hipótesis, menos una, tienen una probabilidad muy pequeña de presentarse en la realidad.". Tale ipotesi risulta restrittiva e poco praticabile per gli autori e, dunque, ritengono utile presentare al decisore un "juicio de estima compuesto" in quanto "tiene ventajas prácticas cuando el centro superior de decisión no está acostumbrado a expresar por sí mismo sus propios objetivos y necesita una ayuda que le muestre claramente algunos objetivos importantes entre los que elegir."

aspetti quali la programmazione economica, il Rizzo (1982) propone di affrancare l'estimo dal sistema teorico serpieriano secondo i seguenti punti: sostituzione degli aspetti economici con i concetti di valore, saggi di profitto e prezzi di mercato, ombra e amministrati; assunzione di una matrice economica post-keynesiana; lettura dei fenomeni economici in chiave finanziaria-speculativa; presunzione di economia dinamica e di condizioni di incertezza; revisione del concetto di ordinarietà.<sup>18</sup>

La critica mossa dal Rizzo trova, oltre che nell'opera dell'autore medesimo, un'efficace proposta di rivisitazione dei contenuti disciplinari dell'estimo alla fine degli anni ottanta con l'opera di Grillenzoni e Grittani (1990). I due autori propongono un innovativa distinzione fra due ambiti della disciplina: il microestimo che comprende i contenuti disciplinari dell'estimo "tradizionale", basato saldamente sulla teoria economica neoclassica, ed il macroestimo che riguarda la valutazione dei beni appartenenti alla collettività, basato sulle teorie "meno fredde" ovvero sugli sviluppi teorici keynesiani e post-keynesiani come la teoria del benessere. Nel macroestimo gli autori vedono la possibilità da parte della disciplina di fornire una risposta a numerosi quesiti sempre più richiesti nella pratica professionale. Risposte che al fine di essere soddisfatte necessitano dello sviluppo di quell'apparato costituito da teoria, metodo e procedimenti affine a quello pienamente sviluppato nel campo microestimativo. Gli strumenti individuati sono costituiti, principalmente, dai procedimenti quanti-qualitativi sviluppati nell'ambito della teoria della decisione insieme alle procedure capaci di adattare agli scopi professionali gli spunti sviluppati, in particolar modo, nell'economia del benessere.

L'approfondito dibattito teorico della scuola italiana se da un lato ha permesso un consolidamento della disciplina dall'altro ha progressivamente segnato un allontanamento dagli aspetti più operativi e pratici sui quali la stessa disciplina trae la sua origine. Dagli anni novanta si assiste, dunque, ad una richiesta di superamento dello schematismo teorico in modo tale da dare maggiore attenzione al contenuto metodologico dell'estimo utile alla soluzione di specifici problemi pratici. Invero, tale necessità è sempre stata avvertita dai padri fondatori dell'estimo. Serpieri si è sottratto, nei dibattiti teorici con il Medici ed il Famularo, dal difendere alcune sue

---

<sup>18</sup> Per un approfondimento si rimanda all'articolo dell'86 (Rizzo, 1986b) in cui l'autore propone una lettura critica dell'evoluzione della disciplina.

impostazioni sottolineando il rischio di incorrere in un eccessivo "bizantinismo" poco utile ai fini pratici propri dell'estimo. Analoga attenzione ai fini pratici dell'estimo è posta dal Medici tanto da spingerlo a predisporre un libro dedicato alla casistica estimativa (Medici, 1954). A differenza di questi autori quello che emerge in quegli anni è la richiesta, da una parte, ad una definitiva rinuncia alla pretesa di unire l'estimo ad una teoria generale del valore, dall'altra, allo studio e approfondimento delle impostazioni metodologiche delle scuole estimative anglosassoni, caratterizzate da un approccio maggiormente pratico-empiristico, nel tentativo di avvicinare la scuola italiana a tale contesto (Gallerani, 1987).

In una fase iniziale le nuove richieste portano ad una forte impulso alla ricerca in campo estimativo<sup>19</sup>, soprattutto per quanto riguarda i procedimenti estimativi. Tutto ciò si svolge, però, sempre all'interno della struttura teorica impostata dalla scuola estimativa italiana. A dimostrazione della propensione alla conservazione ed insieme al rinnovamento del percorso teorico dell'estimo italiano si possono citare le pubblicazioni del Codice delle valutazioni immobiliari da parte di Tecnoborsa nella loro seconda e terza versione (2002; 2006)<sup>20</sup> e la revisione svolta dal Simonotti (2006) del suo precedente testo (Simonotti, 1997) sull'impostazione dettata dagli standard valutativi internazionali. In questi testi si può osservare come vi sia il tentativo di conservare le nozioni ed i principi teorici "classici" insieme ad una necessaria e opportuna apertura verso le richieste di maggior trasparenza, standardizzazione e qualità delle stime effettuate dagli operatori italiani.

Le mutate esigenze del mercato immobiliare italiano spinto verso la maggior finanziarizzazione dell'investimento immobiliare, l'apertura ai processi di investimento da parte di operatori internazionali e, soprattutto, la standardizzazione dei processi valutativi sotto l'impulso dell'accordo di Basilea II<sup>21</sup> fa registrare, negli ultimi anni,

---

19 Si veda il dibattito sviluppatosi durante il XXV incontro dei cultori di estimo ed in particolare l'intervento di Curto (1995) sullo stato dell'arte dell'estimo urbano e, successivamente, il volume riguardante «Temi di ricerca nel campo dell'estimo e della valutazione» curato dalla Lombardi (2002).

20 La seconda versione sotto la direzione scientifica di Stefano Stanghellini mentre la terza di Marco Simonotti.

21 L'accordo Basilea II siglato nel 2004, operativo dal gennaio 2007, regola i requisiti patrimoniali delle banche in base ad un meccanismo di rating delle esposizioni basato sul rischio. Data l'importanza del settore immobiliare, gli impieghi nel settore corrispondono a circa un nono dei totali (fonte: Banca d'Italia, bollettino statistico, II trimestre, 2010), particolare importanza assume il ruolo delle valutazioni ai fini della concessione del credito. Il documento «Nuove disposizioni di vigilanza prudenziale per le

un'evidente accelerazione nell'introduzione degli standard valutativi. Si assiste, dunque, ad un veloce processo di importazione di diverse tipologie di standard valutativi internazionali tra cui: gli European Valuation Standard (2007a), gli standard del Royal Institute of Chartered Surveyors (2007b), gli International Valuation Standard (2007c), i principi contabili dell'International financial reporting standards (IAS 16 e 40). Tale corpus, caratterizzato da principi e metodologie proprie non sempre assimilabili a quanto sviluppato precedentemente nel contesto italiano, si è progressivamente imposto nella realtà nazionale provocando un generale offuscamento delle esperienze teoriche della scuola estimativa italiana. Tale fenomeno viene confermato dalla progressiva riduzione dei riferimenti agli autori "classici" da parte di alcuni autori italiani (Simonotti, 2008a, 2008b) o della completa scomparsa di tali riferimenti in recenti produzioni manualistiche di riferimento per la valutazione degli investimenti immobiliari (Hoesli e Morri, 2010).

## 2.3 La teoria estimativa nella scuola anglosassone

L'evoluzione della teoria estimativa nel mondo anglosassone vanta una storia antica quanto quella italiana. Fulcro dello sviluppo del pensiero estimativo è l'Inghilterra dove, già nel XVI secolo, all'interno della trattatistica concernente le attività agrimensorie si osserva la nascita di specifici temi estimativi (*surveying*). L'attività estimativa progressivamente assume un ruolo sempre più rilevante grazie a quattro fattori di sviluppo principali (Klaasen, 1976): lo sviluppo delle opere idrauliche e di bonifica fra il 1600 ed il 1800 che richiedeva la valutazione delle compensazioni da elargire agli espropriati e la valutazione dei danni provocati ai fondi serventi; le leggi riguardanti le *enclosures* dove la redistribuzione delle terre avveniva in base al valore delle stesse che, come tale, richiedeva di essere stimato; la crescita della rete ferroviaria in particolare nella seconda metà dell'ottocento, con le conseguenti necessità di espropriazione e di

---

banche» (2006b) con il quale si attua in Italia l'accordo di Bailea II introduce la figura del valutatore indipendente e una specifica definizione di valore di mercato che si discosta da quella usualmente in auge nella dottrina estimativa italiana. Il testo infatti ne dà la seguente definizione: «per valore di mercato si intende l'importo stimato al quale l'immobile verrebbe venduto alla data della valutazione in un'operazione svolta tra un venditore e un acquirente consenzienti alle normali condizioni di mercato dopo un'adeguata promozione commerciale, nell'ambito della quale entrambe le parti hanno agito con cognizione di causa, con prudenza e senza costrizioni. Il valore di mercato è documentato in modo chiaro e trasparente».

fornire soluzioni ai relativi problemi di contenzioso sulle indennità offerte; l'emanazione di leggi riguardo la tassazione dei beni patrimoniali. La domanda di servizi estimativi non sempre si accompagnava, però, ad una qualità del servizio offerto. Il rapido aumento della richiesta di servizi estimativi nel corso dell'ottocento insieme ad una loro maggiore professionalità spinse verso la creazione, nel 1868, della prima società di estimatori la Royal Institution of Chartered Surveyors. La società si proponeva i seguenti scopi: facilitare e migliorare fra i membri le consocenze necessarie alla loro professione, promuovere gli interessi della professione stessa ed estendere il suo campo di azione al fine di cooperare alla realizzazione dell'interesse pubblico.

Negli Stati Uniti, data la relativamente giovane età della formazione statale, la disciplina estimativa non può vantare radici antiche. Gli sviluppi della teoria estimativa statunitense si fanno risalire agli inizi del ventesimo secolo con la pubblicazione, nel 1924, di due importanti lavori "*Principles of Real Estate practice*" da parte di Ernest M. Fisher e "*The appraisal of Real Estate*" di Frederick M. Babcock insieme all'istituzione del Department of Real Estate and Urban Land Economics presso l'università del Wisconsin<sup>22</sup>. Dall'uscita di questi scritti e nell'arco del decennio successivo il dibattito estimativo americano si sviluppa rapidamente grazie alla nascita dell'*American Institute of Real Estate Appraisers* nel 1932 e, contestualmente, della rivista ufficiale dell'associazione *The appraisal journal*. Tale dibattito porta alla progressiva formazione di quel nucleo di consocenza che caratterizzerà la scuola americana<sup>23</sup>. Nucleo che trova la sua principale distinzione dalle scuole estimative europee nella particolare propensione ai temi estimativi legati allo sviluppo urbano rispetto a quelli legati al tradizionale settore agricolo.

Nel periodo che va fra gli anni venti e quaranta dello scorso secolo si può, dunque, osservare un vero e proprio momento assiale<sup>24</sup> della ricerca estimativa internazionale.

---

22 Per una trattazione più estesa sulle origini e sviluppi della scuola estimativa americana si rimanda a Miller e Markosyan (2003).

23 Per approfondimenti sul consolidamento del metodo estimativo statunitense e lo sviluppo dei tre approcci si veda (Hodges, 1993).

24 Tale termine è qui utilizzato in analogia al termine *Achsenzeit* utilizzato dal filosofo tedesco Karl Jaspers per indicare lo sviluppo indipendente, nel periodo compreso fra l'800 a.c ed il 200 d.c., in diverse parti del mondo di idee e scuole di pensiero (Confucio e Laozi in Cina, Buddha in India, Zarathustra in Persia, Parmenide e Eraclito in Grecia) che porteranno ad un dirimpente cambiamento nello sviluppo del pensiero umano. Questi pensatori sono accomunati, infatti, dal loro modo, radicale, di riproporre il pensiero attorno all'essere. In occidente tale fase segnerà il passaggio dall'età del mito a quella del

Come in Italia, infatti, anche negli Stati Uniti si assiste al tentativo di imprimere alla giovane disciplina estimativa una propria autonomia attraverso l'organizzazione di un corpo di conoscenze stabile e organizzato secondo la teoria economica. Il libro di Babcock, a questo proposito, risulta fondamentale. L'autore propone otto procedimenti estimativi: il *summation process* ovvero una procedura che somma al valore del terreno il valore dell'edificio costruito al di sopra di esso, il *comparison process*, il *multiple of gross rental process*, la capitalizzazione del reddito attraverso la *capitalization of net income* o l'*income analysis* nel caso di immobili non utilizzati secondo il loro *high and best use*, l'*analysis of correspondingly typical use* che si basa sulla stima tramite l'analogia con immobili tipici capaci di produrre reddito, l'*inferential income process* valido per quegli immobili per i quali solo una parte produce reddito, il *sales percentage process* (Mundy, 1992).

L'interessante ristampa di un articolo di Hyder (2007) pubblicato nel 1938 aiuta a far emergere punti in comune e differenze fra gli sviluppi della scuola italiana e di quella statunitense. Le similitudini che si riscontrano sono molto importanti, a partire dall'osservazione sull'unicità del metodo estimativo<sup>25</sup>, alla sostanziale coincidenza della definizione data alla disciplina estimativa<sup>26</sup>, al parallelismo fra alcuni dei postulati della scuola italiana e le conclusioni assiomatiche evidenziate da Hyder<sup>27</sup>. Differenze si riscontrano, invece, sul tema degli aspetti del valore e dei procedimenti estimativi. La

---

pensiero filosofico. In modo analogo si può osservare come il periodo fra gli anni venti e quaranta veda, per la disciplina estimativa, lo sviluppo da parte di scuole differenti di un'impostazione radicalmente diversa dalla precedente che ha costituito il corpus della disciplina, le cui basi sono tutt'ora valide.

25 «There is only one "process" or method for the appraisal of anything, that is, to find out everything you can about a property and then to formulate and express an intelligent opinion as to its value and any other matters concerning it and upon which your opinion is desired» (Op.cit. pag. 227) Da notare la non perfetta coincidenza con l'enunciazione teorica italiana data dal Famularo, soprattutto nel mancato riferimento all'attività di comparazione, ma la sostanziale coincidenza del principio espresso.

26 «The practical job of the appraiser is to make, express, and support the reasonableness of an estimate of value of a given property – for a particular purpose – as of a certain date-expressed in money. The appraisal process is simply the orderly procedure that enables the appraiser to accomplish this in the easiest and most convincing manner.» (Ibid. pag. 227-228) Si noti la sostanziale analogia con quanto proposto dal Serpieri o dal Medici con un accento marcato, però, all'aspetto pratico della disciplina (*practical job*) tipico del pragmatismo americano.

27 «The type of property and the purpose of the appraisal are foundational to the application of the appraisal process» (Ibid. pag. 228) Si noti l'affinità con il postulato dello scopo. Oppure la ridefinizione di *high and best use*, in chiave "susciettivista", affine al postulato della previsione: «The use of a property or the use to which it may be put or readily adapted is foundational to the application of the appraisal process» (Ibid. pag. 228)

scuola americana non giunge a delineare per tutti i possibili scopi, che possono portare alla richiesta di un giudizio di stima, una determinata categoria ovvero un determinato aspetto economico; ma codifica tre procedimenti (*approaches*): *market-data (comparison) approach*, *cost approach*, *income approach*. I procedimenti della scuola statunitense assumono, dal punto di vista della disciplina italiana, sia la caratteristica di aspetto economico sia quella di procedimento vero e proprio. Il procedimento estimativo, così come codificato dalla scuola italiana, trova il suo omologo nella scuola statunitense con il concetto di tecnica (*technique*) estimativa<sup>28</sup>.

Ciò che costituisce una netta differenza fra scuola italiana e statunitense è legata alla facoltà che quest'ultima assegna all'estimatore di giungere al giudizio di stima "soppesando" i valori ottenuti seguendo i tre aspetti economici sopracitati<sup>29</sup>. Tale impostazione si discosta notevolmente dalla tradizione italiana tanto da lasciar perplessi i cultori sulla sua fondatezza (Venzi, 1985). Questa posizione è, però, comprensibile all'interno dell'impostazione teorica americana. Mancando una fase di sintesi che permetta di assegnare ad ogni possibile scopo una determinata categoria o aspetto economico, la scuola americana adotta una struttura più fluida nella quale gli *approaches* possono adattarsi alle innumerevoli richieste derivate dall'attività pratica. Secondo questa impostazione, dunque, la definizione stessa del valore risulta adattabile alle varie esigenze pratiche anche se il valore di stima non potrà mai risultare superiore a quello derivante dall'applicazione di uno dei tre approcci ovvero: del costo di riproduzione a nuovo, del prezzo di un bene equivalente o ugualmente desiderabile, o del ritorno atteso da un investimento avente un medesimo profilo di rischio.

Tale impostazione, derivata dallo sviluppo eminentemente pratico della disciplina e dalla forte influenza, nella realtà americana, dei vari attori presenti nel mercato immobiliare (agenti, finanziatori, giudici, etc.), verrà criticata successivamente dal mondo accademico americano più incline ad una visione maggiormente codificata del valore. Ring (1965) elenca una lunga lista di definizioni di valore assunte dalla disciplina

---

28 Sulla differenza concettuale fra *approach* e *technique* nella scuola statunitense, come fra aspetti economici e procedimenti nella scuola italiana, è lo stesso Hyder a sottolinearla quando scrive: «The appraisal process must not be confused with appraisal technique» (Ibid. pag. 234)

29 Tale principio che può essere sintetizzato nel procedimento del *three approaches to value* subirà, a metà anni settanta, pesanti critiche dalla stessa American Society of Appraisers per la sua incoerenza dal punto di vista economico pur non scomparendo dalla pratica estimativa americana.

estimativa statunitense<sup>30</sup> indagando sulle possibili cause di una tale proliferazione. Egli le trova in due fattori: le caratteristiche fisiche economiche e legali dei beni immobili e il comportamento umano nelle compravendite di tali beni. Tali fattori comportano un modo di approcciarsi al valore di tipo soggettivo il che comporta che ogni individuo agente sul mercato può fornire una sua specifica sfumatura al concetto di valore. Per l'autore l'estimatore, però, è chiamato ad esprimere un giudizio "oggettivo" che logicamente può essere solo il valore di mercato. Tale valore, secondo l'autore, andrà a collocarsi all'interno dell'intervallo avente come limite superiore il costo di riproduzione a nuovo e come limite inferiore il valore di capitalizzazione.

La pubblicazione della traduzione inglese dei «Principi di estimo» del Medici nel 1953 segnerà un importante punto di contatto fra le esperienze della scuola italiana e di quella statunitense. Il libro introdurrà, infatti, importanti spunti di riflessione alla scuola americana, fra tutti il concetto del *più probabile valore di mercato*, che verranno successivamente ripresi da numerosi autori. Dal punto di vista di un lettore italiano la lettura dell'introduzione scritta dal Medici<sup>31</sup> presenta notevoli punti di interesse per il tentativo dell'autore di allineare, all'interno di un comune quadro disciplinare, i percorsi, soprattutto di carattere teorico<sup>32</sup>, sviluppati dalla scuola italiana e quelli, soprattutto pratici, della scuola statunitense. Il tentativo è quello di proporre una "terza via" capace di unire, all'interno di un profilo educativo comune, l'approccio

---

30 L'autore elenca una serie di definizioni di valore utilizzate fra i principali attori nel mercato immobiliare. Per gli uomini d'affari si parla di un valore per l'offerente, il prezzo richiesto (*listing price*) e di un valore per il l'acquirente, il prezzo offerto (*purchase offering*). Le banche di credito di valore ai fini di concessione del credito o di assicurazione dello stesso (*value for mortgage loan purpose, value to cover insurance*). Gli agenti immobiliari di valore di scambio (*value in exchange*) o valore dell'affare (*bargain value*) o di *stable value, warranted value*. In letteratura vengono presentati termini che si riferiscono al valore d'uso (*use value*) o *speculative value, liquidation value, book value, improved value, face value, real value*. Le agenzie governative parlano di valore ai fini fiscali (*value for assessment and income tax purpose*). I contabili di valore di deprezzamento (*depreciated value*) o di valore intrinseco ed estrinseco (*intrinsic and extrinsic value*). Gli avvocati di valore di risarcimento (*condemnation value*). Gli estimatori di valore di mercato (*market value*) di costo (*value under the cost approach*) e di valore capitalizzazione (*value under income approach*) ma anche di *building residual value, land residual value, good will value, sentimental value, replacement value, reproduction value*.

31 Unica parte aggiunta rispetto all'edizione italiana del testo, la cui versione italiana costituisce l'introduzione alla seconda edizione del libro *Perizie e Pareri* (Medici, 1954).

32 Sull'eccessiva astrattezza teorica degli studi italiani il Medici fa ammenda quando afferma: «*Undoubtedly many of our studies on appraisal lack substance*» (Medici, 1953, pag. 5) e, successivamente, lamentandosi della mancanza di una letteratura italiana incentrata sulla presentazione di casi applicativi, tipica invece della letteratura anglosassone: «[...] the need for something more practical, as a closer aid to work, is indeed much felt in Italy by both students and experts. [...] today in Italy there is not a modern work on causistic appraisal» (Ibid. pag. 8)

teorico ad una serie di casi applicativi capaci di fornire l'estrinsecazione del metodo estimativo al fine di giungere alla soluzione del giudizio di stima.

Uno degli autori maggiormente influenzati dalla lettura del Medici appare Richard Ratcliff. L'autore, a cavallo fra gli anni sessanta e sessanta, si fa portavoce di un nuovo approccio teorico incentrato sulla revisione del contesto nel quale collocare la disciplina estimativa e sulla revisione degli approcci codificati precedentemente (Ratcliff, 1965; 1972; 1975). Per quanto riguarda il primo punto Ratcliff insiste nel porre in relazione il giudizio estimativo al processo decisionale messo in atto dagli attori che operano nel mercato immobiliare<sup>33</sup>. Per l'autore, diventa prioritario, infatti, definire chiaramente il problema decisionale che sottende alla richiesta del giudizio di stima, senza tale definizione non può sussistere una valutazione logica e rigorosa. Egli distingue quattro possibili tipologie di problemi decisionali: acquisto, vendita, concessione del credito e finalità fiscali. Queste tipologie sono accumulate dal fatto di condividere il medesimo approccio al valore, indicato dall'autore nell'aspetto del più probabile valore di mercato (*most probable selling price*)<sup>34</sup>. Minore importanza viene, dunque, assegnata ai procedimenti del costo di riproduzione deprezzato (*cost approach*) e della capitalizzazione dei redditi (*income approach*); in quanto non rispecchiano, secondo l'autore, il reale comportamento degli attori presenti sul mercato. Questo perché osserva come la formalizzazione delle decisioni da parte degli operatori del mercato immobiliare avviene sempre sulla base di un ragionamento che ha come fondamento fatti e prezzi realizzatisi sul mercato di riferimento. La nuova impostazione teorica proposta da Ratcliff raccoglie consensi sia da parte del mondo accademico (Wendt, 1969) che da quello professionale (Entreken, 1980). Subisce, però, anche forti

---

33 Per l'autore l'estimo è innanzitutto previsione economica all'interno di contesti caratterizzati dall'incertezza, infatti, afferma: «[...] *appraisal is economic forecasting or prediction within a framework of uncertainty; that is analogous to other types of economic forecasting, must employ the same procedures, and is subject to the same limitations* [...]». Tale previsione non è fine a se stessa ma parte sempre da uno scopo il quale viene generato dalla necessità degli attori di trovare la soluzione ad un problema, prendere una decisione o concludere una transazione (Op. cit., 1965). Il valore stimato fornito dall'estimatore è uno dei criteri, insieme a quelli di carattere personale, istituzionale e finanziario, per quello che rimane un processo decisionale di tipo soggettivo.

34 È Ratcliff ad introdurre all'interno del contesto americano la nozione del *più probabile valore di mercato* in forte analogia con la scuola italiana. Emerge con chiarezza, infatti, l'analogia fra la definizione, da lui usata, del valore del mercato insieme alla sua preminenza sugli altri aspetti economici e i medesimi concetti sviluppati precedentemente dal Medici e Famularo. Anche gli altri postulati classici della scuola italiana (prezzo, previsione, ordinarietà/probabilità, oggettività) sono enunciati da Ratcliff ma come attributi dell'aspetto del più probabile valore di mercato e non del metodo estimativo in sé.

critiche, soprattutto dagli ambienti professionali, per il riferimento quasi esclusivo al procedimento di mercato rispetto al procedimento per capitalizzazione (Ross, 1970). La nuova impostazione impressa dal Ratcliff al concetto di valore di mercato nella disciplina americana ottiene il pieno riconoscimento con la pubblicazione dell'ottava edizione del «*The Appraisal of Real Estate*»<sup>35</sup>. Da questa edizione in avanti, infatti, il valore di mercato non verrà più inteso come *highest price*, precedente riferimento di origine legale, ma come *most probable price*.<sup>36</sup>

La portata di questa nuova impostazione viene progressivamente compresa e assimilata dalla cultura estimativa statunitense. La principale conseguenza è la gerarchizzazione dei procedimenti estimativi. Il procedimento di mercato assume, infatti, priorità rispetto ai procedimenti legati al reddito od al costo che risulteranno utili allorché il primo non può essere adeguatamente utilizzato. Con essa vi è anche la necessità di determinare le condizioni che rendono possibile l'utilizzo dell'approccio di mercato, ovvero, gli elementi che permettono di considerare i prezzi osservabili sul mercato come adeguati elementi di comparazione rispetto al bene da stimare. Shlaes (1984) ne fornisce un elenco<sup>37</sup> dal quale emerge come la quantità e qualità dei dati a disposizione risulti indispensabile ai fini del giudizio di stima attraverso il procedimento di mercato. Tale concetto è strettamente connesso al più profondo ragionamento portato avanti, precedentemente, da Lusht (1981; 1983). L'autore propone una rivisitazione nel metodo estimativo capovolgendo le parti in gioco. Egli, infatti, afferma come non sia l'aspetto economico a determinare il procedimento più appropriato ai fini della stima ma come lo siano le informazioni di mercato a disposizione dell'estimatore. In presenza di un mercato efficiente e omogeneo, infatti, l'aspetto economico del valore di mercato, con le relative procedure per la sua stima, risulta sempre preferibile. Maggiore è la distanza dalle condizioni ideali del mercato e la disegualità dei beni

---

35 La principale "guida" e riferimento della disciplina estimativa americana edita dall'Appraisal Institute sin dal 1955.

36 Per una dinamica storica delle definizioni di valore sviluppate dalla letteratura estimativa statunitense e dalle sue connessioni con lo sviluppo giurisprudenziale si rimanda a Korpacz e Marchitelli (1984).

37 L'autore afferma: « *The requirements of the adequate market are that it produce enough transaction prices, stated in cash [...], resulting from the actions of a sufficient number of freely competing, informed, and capable buyers and sellers, to display a clear pattern to a competent observer. The goods or services in which the market deals must be familiar and interchangeable [ ..] so that price comparison will be easily made. Buyers and sellers must be free to buy or sell as and when they choose. Finally, the market must be identical or sufficiently congruent to the market in which the property being appraised will be offered.*» (Op.cit. pag. 518)

presenti maggiore risulterà la necessità di avvalersi di aspetti economici e procedimenti che simulino il processo decisionale che porta alla formazione del prezzo di mercato, ovvero, l'utilizzo dell'aspetto del reddito o di quello del costo a cui si possono aggiungere gli aspetti secondari o derivati dell'estimo italiano: complementarietà, trasformazione, surrogazione. Se, come afferma l'autore, il giudizio di stima può assumere due sfumature, una maggiormente giustificata dai fatti (*prediction*) ed una meno precisa e legata ad opinioni (*estimation*), allora lo scopo dell'estimatore è quello di produrre un giudizio il più conforme possibile alla prima sfumatura (*prediction*). Tale scopo è perseguibile cercando di minimizzare, nella scelta del procedimento, la possibilità di avvalersi di assunzioni che non hanno un diretta relazione al mercato. Da ciò deriva la prevalenza dell'approccio di mercato sui restanti, insieme ad una gerarchizzazione di preferenza nell'utilizzo dei procedimenti legati all'aspetto reddituale, sviluppatasi nella disciplina americana, quali il *gross income multiplier*, il *direct capitalization*, l'*equity dividend* ed, infine, l'*equity yield* (figura 2.1). Nell'illustrazione si può osservare come spostandosi da un procedimento all'altro, da sinistra verso destra, il numero di assunzioni che l'estimatore è chiamato ad esprimere aumenti notevolmente, diminuiscono i riferimenti diretti al mercato, aumenta la "soggettività" del giudizio evidenziata dal possibile aumento della variazione del valore stimato. Un possibile strumento individuato per aiutare l'estimatore nei molti casi in cui, per mancanza di informazioni, si debba ricorrere all'uso di ipotesi non direttamente osservabili sul mercato e, soprattutto, per una migliore interazione con il committente è individuato da Lusht nel concetto di probabilità soggettiva e negli strumenti forniti dalla teoria delle decisioni.



definizione, in termini normativi, del valore per lasciare il posto ad una definizione probabilistica del fenomeno (Kummerow, 1997; 2002).

L'exkursus di caratteres storico svolto fin'ora ha cercato di mostrare le affinità e le differenze presenti nelle scuole estimative italiana e americana. Se dal punto di vista teorico emergono maggiormente le affinità, se non addirittura un debito della scuola statunitense nei confronti di quella italiana dal Ratcliff in poi, dal punto di vista dell'organizzazione della professione e del suo estrinsecarsi nella pratica professionale il rapporto risulta invertito. La mancanza in Italia di un univoco istituto capace di convogliare al suo interno, come nelle realtà anglosassoni, le figure professionali operanti nel campo estimativo insieme al mondo della ricerca universitaria costituisce, forse, la maggiore differenza fra le due esperienze. Questa può essere vista come una delle possibile cause del senso di spaesamento avvertito da alcuni settori della disciplina italiana verso la rapida apertura al contesto internazionale attuata con l'introduzione degli standard valutativi internazionali. Tale spaesamento, lo si ripete, non deriva tanto da una differente impostazione teorica della disciplina ma quanto dal differente ruolo e riconoscibilità dei suoi membri all'interno del mercato immobiliare. La mancata formazione di una tale istituzione nel contesto italiano può essere considerata, anche, fra le cause del ritardo accumulato, in termini di trasparenza, dal mercato immobiliare italiano rispetto a quelli dei paesi anglosassoni<sup>39</sup> (tabella 2.1). La difficoltà di reperire dati riguardanti reali prezzi di mercato recentemente realizzati per diverse categorie di beni ne è comprova ed insieme spiega il minore sviluppo, soprattutto nella pratica professionale, di procedure e tecniche ausiliari alla formulazione del giudizio di stima basato sul mercato. L'utilizzo di un processo trasparente e ripercorribile, il più possibile basato su informazioni provenienti dal mercato è indubbiamente un elemento centrale nella definizione di un ruolo della disciplina estimativa rispondente alle esigenze di un mercato immobiliare più maturo

---

Secondo l'autore la disciplina deve incentivare questo processo ed in particolar modo l'estimatore dovrebbe, al fine di permettere la verificabilità e la generalizzazioni dei suoi giudizi, rendere esplicito il processo di raccolta, selezione e interpretazione dei dati utilizzati a supporto del giudizio di stima.

39 Tale fatto emerge dal rapporto *Global Real Estate Transparency Index* prodotto dalla Jones LaSalle (2008). L'Italia occupa il diciannovesimo posto, posizioni peggiori, fra i paesi dell'Unione Europea, sono registrate da Grecia e Portogallo e dai paesi dell'est. I paesi nei quali da lungo tempo risultano presenti istituzioni di estimatori (Regno Unito, Australia, Nuova Zelanda, Stati Uniti, Canada) occupano i primi posti della graduatoria.

ed esigente. Ecco che la ricerca in questo campo riveste un ruolo fondamentale che necessiterebbe, però, di procedere di pari passo con la formazione di un istituzione capace di unire il mondo della ricerca e quello delle professioni al fine di giungere ad elevare la coscienza della disciplina stessa ed il suo peso all'interno del contesto istituzionale e del mercato immobiliare italiano.

*Tabella 2.1 - Global Real Estate Transparency Index 2008. Fonte Jones Lang LaSalle, LaSalle Investment Management*

Trasparenza Level	2008 Composite Rank	Market	2008 Composite Score	2008 Composite Der
High	1	Canada	1,17	1
	2	Australia	1,20	1
	2	United States	1,20	1
	4	New Zealand	1,21	1
	5	United Kingdom	1,31	1
	6	Netherlands	1,33	1
	7	France	1,34	1
	8	Sweden	1,43	1
	9	Belgium	1,48	1
Transparent	10	Ireland	1,52	2
	11	Hong Kong	1,55	2
	11	Singapore	1,55	2
	13	Finland	1,56	2
	14	Germany	1,58	2
	15	Denmark	1,68	2
	16	Spain	1,7	2
	17	Austria	1,72	2
	17	Norway	1,78	2
	19	Italy	1,82	2
	20	Switzerland	1,87	2
	21	South Africa	1,96	2
	22	Portugal	2,09	2
	23	Malaysia	2,25	2
	24	Czech Republic	2,32	2
	25	Poland	2,37	2
	26	Japan	2,39	2

## 2.4 Il metodo estimativo

Uno dei risultati più importanti della scuola estimativa italiana, riconosciuto dagli stessi autori che ne hanno fatto parte<sup>40</sup>, consiste nell'affermazione che, da un punto di vista logico, il metodo di stima risulta unico e consiste nel riconoscimento dell'appartenenza del bene da stimare ad una delle classi formate, con beni analoghi di prezzo noto, sulla base di uno o più parametri (Famularo, 1947). L'enunciato nasce dall'analisi sulla natura del giudizio estimativo e sulla riscontrata risolvibilità di ogni stima nella ricerca del più probabile valore di mercato.

Il sottostante dell'affermazione del Famularo è da ricercarsi nel principio di sostituzione introdotto da Jevons. Tale principio può essere enunciato utilizzando le parole del Serpieri quando afferma che: «merci anche fisicamente diverse, ma che abbiamo la stessa utilità, che forniscono i medesimi servizi, che possano quindi, di fronte a i bisogni dell'uomo, *surrogarsi*, sono economicamente da considerare come *una stessa merce*. Beni capaci di surrogarsi avranno quindi, in un determinato tempo e mercato, lo stesso prezzo»<sup>41</sup>. Tale principio trova la sua giustificazione economica nell'osservare come fra beni e servizi, capaci di fornire la medesima utilità disponibili su un medesimo mercato, quello con il minor prezzo attrae la domanda maggiore definendone, dunque, il più probabile valore<sup>42</sup>.

Da tale principio deriva l'ossatura di base del processo comparativo che può essere riassunta nella seguente regola decisionale: il valore di un bene tende ad essere posto pari al prezzo (costo) di acquisto di un bene sostituto egualmente desiderabile assumendo che non vi siano costi aggiuntivi dovuti alla sostituzione<sup>43</sup>. Fondamentale, al fine di soddisfare questa regola è, dunque, il tentativo di assegnare ad una medesima classe di valore beni simili o comparabili ma mai fra loro perfettamente identici. Nel suo aspetto più generale tale processo si svolge attraverso una serie di aggiustamenti

---

40 Su di tutti il Serpieri (1946).

41 Serpieri, *op. cit.*, cap. 10.

42 Tale giustificazione economica è presentata dalla principale "guida" estimativa statunitense *The Appraisal of Real Estate* (1992) «*When several commodities or services, with substantially the same utility, are available, the one with the lowest price attracts the greatest demand and widest distribution*».

43 «*A property's value tends to be set at the cost of acquiring an equally desirable substitute property, assuming that no costly delay is encountered in making the substitution*» *The Appraisal of Real Estate* (1992). Si è preferito inserire nel testo una traduzione non letterale dell'originale.

capaci di rendere omogenei beni dissimili rispetto alle loro caratteristiche.

Nel processo di assegnazione/aggiustamento l'estimatore è chiamato a seguire un metodo ovvero un ragionamento di tipo logico deduttivo. Tale ragionamento si basa sulla conoscenza dei beni oggetto di stima; sullo studio e l'analisi del comportamento e della logica degli attori agenti sul mercato che si estrinsecano nei fatti osservabili quali prezzi, tassi di rendimento, etc.; e su alcuni postulati di tipo economico<sup>44</sup>. Sulla base di queste premesse e grazie all'ausilio di una procedura l'estimatore è chiamato ad esprimere una relazione di equivalenza fra il bene da stimare ed una certa quantità di moneta. In questo processo risiede la scientificità dell'estimo che è, dunque, "logica della stima" Medici (1953) o, come osservato da Wilson (1997a), una prasseologia<sup>45</sup> applicata a particolari tipi di beni. Tale logica si discosta da quello delle scienze naturali. Per quest'ultime, infatti, il percorso è di tipo induttivo ovvero partendo da un'ipotesi si cerca, attraverso esperimenti, di verificarne la veridicità attraverso il supporto dell'indagine statistica.

Date queste premesse metodologiche si evince come l'estimo risulti scienza grazie al suo metodo, intrinsecamente deduttivo, e grazie alla capacità di fornire risposte consistenti con il comportamento degli attori osservabile sul mercato. La ragionevolezza di tali risposte dipenderà notevolmente dalla logica sottostante i procedimenti che coadiuvano l'estimatore nella fase di assegnazione/aggiustamento. Tali procedimenti possono, in via generale, essere ricondotti a tre macrocategorie<sup>46</sup>.

La prima categoria è la più estesa e raccoglie i cosiddetti metodi quantitativi, ovvero tutti quei metodi che cercano di quantificare gli aggiustamenti da applicare ai beni comparabili al fine di giungere al valore di stima. Tali approcci hanno come obiettivo la costruzione di una relazione fra le caratteristiche osservabili dei beni comparabili ed il

---

44 Come il principio dell'utilità marginale decrescente.

45 Con il termine prasseologia si traduce il termine inglese *praxeology* introdotto nelle scienze economiche dalla cosiddetta scuola austriaca ed in particolare dal Ludwig von Mises. Con tale termine l'autore definisce un nuovo approccio alla scienza economica basato sul tentativo di derivare deduttivamente conclusioni a partire dalla logica dell'azione umana e dall'osservazione dei fenomeni causati da essa. Tale metodo, quindi, si configura come lo studio delle scelte umane di cui, quelle economiche, risultano un caso particolare. (Von Mises, 2007).

46 Si riprende qui la distinzione suggerita da Wilson reinterpretandola (*op. cit.*). Per una diversa classificazione dei procedimenti sviluppati per la valutazione del più probabile valore di mercato si veda Pagourtzi et al. (2003).

valore in modo da fornire un modello estimativo in grado di predire il più probabile valore del bene da stimare. Nella sua forma più generale tali metodi si basano sulla seguente relazione:

$$V = f(x) \quad (2.1)$$

ove la quantificazione del valore viene espressa su scala cardinale. Tale scala consente di trasformare l'utilità che deriva dal possesso delle caratteristiche dei beni osservati in un'unità monetaria (Grittani, 1989). In questa categoria ricadono i molti procedimenti sviluppati sulla base della teoria statistica come la regressione ed i suoi affinamenti, insieme ai procedimenti che propongono la soluzione algebrica del problema estimativo secondo il procedimento del *sales comparison approach* o sistema generale di stima.

La seconda categoria comprende quei procedimenti che cercano di definire la relazione fra valore e caratteristiche considerando il contributo di queste all'utilità fornita dai beni. La forma generale può essere data dalla seguente relazione:

$$V = f(U_x) \quad (2.2)$$

tali metodi cercano in via quanti-qualitativa di approssimare la funzione di utilità dei soggetti che attraverso le loro azioni contribuiscono alla formazione dei prezzi. Fanno parte di questa categoria procedimenti "alternativi" che, per larga parte, sono stati sviluppati all'interno della teoria della decisione e che successivamente hanno trovato un'applicazione nel campo estimativo. Esempi sono dati dai quei procedimenti che si basano sulla codificazione delle conoscenze dell'estimatore, come l'uso della AHP a fini estimativi e l'uso dei metodi fuzzy, o la *price-quality regression*.

L'ultima categoria è costituita da quei procedimenti che più si avvicinano alla logica del metodo estimativo come espressa dal Famularo, ovvero quelli che si basano sull'interpretazione delle informazioni, caratteristiche e valore, rispetto al loro aspetto ordinale. Facendo, infatti, riferimento a comuni principi logici umani, come il meccanismo di scelta vincolata, è possibile esprimere il più probabile intervallo di stima come l'intervallo di valore individuato da due logiche contrapposte. La prima che indica come nessun acquirente dovrebbe essere disposto a pagare per un bene una somma superiore ad un bene disponibile sul mercato avente le medesime caratteristiche, o

superiori. Il secondo che indica come nessuno venditore dovrebbe essere disposto a cedere un bene ad un prezzo inferiore a quello di un bene presente sul mercato con le medesime caratteristiche, o inferiori. Queste due situazioni determinano un intervallo al cui interno dovrebbe collocarsi il valore del bene da stimare. Tale intervallo di valore può essere colto da un estimatore, grazie alla sua esperienza, in modo implicito ma può anche essere strutturato in via esplicita grazie all'ausilio di alcuni metodi come il rough set o la rank regression.

Data questa prima introduzione del tema si passerà successivamente ad introdurre una formalizzazione matriciale del metodo comparativo. Questa è in grado di fornire una comune architettura logica che lega le tre macrocategorie di procedimenti introdotte tramite un comune formalismo algebrico-matematico. Lo scopo è quello di fornire una base alla successiva indagine di letteratura che cercherà di ripercorrere lo sviluppo dei procedimenti comparativi all'interno della disciplina estimativa con particolare attenzione sulla comparazione svolta mediante il *sales comparison approach*.

I passaggi logici necessari al fine di giungere al giudizio di stima per via comparativa secondo Famularo possono essere ricodificati nella forma classica del *sales comparison approach* implementato dalla scuola estimativa americana. I passaggi logico formali del *sales comparison approach*, evidenziati efficacemente da Vandell (1991), risultano i seguenti:

- identificazione delle caratteristiche intrinseche ed estrinseche dell'immobile da stimare (*subject*);
- identificazione del mercato o del sub-mercato in cui può essere collocato l'immobile da stimare;
- raccolta dei dati di mercato riferiti al mercato o sottomercato di riferimento scelto;
- selezione di uno o più sottoinsiemi di beni simili all'immobile oggetto di stima da utilizzare come beni comparabili (*comparables*);

- stima dei fattori di aggiustamento (*adjustment factor*);
- aggiustamento del prezzo noto dei beni comparabili secondo le caratteristiche differenziali rispetto all'oggetto da stimare;
- successiva sintesi dei risultati ottenuti tramite un processo di riconciliazione.

Questa struttura fornisce un presupposto logico comune ai procedimenti comparativi riuniti nelle tre categorie introdotte precedentemente. Infatti, si può osservare come tutti i procedimenti comparativi ripercorrano, a volte implicitamente a volte esplicitamente, questi passaggi differenziandosi sui metodi utilizzati a supporto di ogni singolo passaggio. Sulla base di questa considerazione è possibile tentare di dare una rappresentazione univoca di tale processo mediante un formalismo logico-matematico.

I primi tre passaggi, ovvero la codificazione delle informazioni raccolte dalla lettura dell'oggetto di stima e dall'indagine di mercato, possono essere rappresentati attraverso i seguenti elementi. Un vettore che riproduce le caratteristiche del bene oggetto di stima  $s$  :

$$s_1 \quad s_2 \quad \dots \quad s_j \quad (2.3)$$

una matrice  $C$  dove ogni riga rappresenta le caratteristiche degli immobili comparabili:

$$\begin{matrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1j} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{i1} & c_{i2} & \dots & c_{ij} \end{matrix} \quad (2.4)$$

un vettore  $p$  dei prezzi noti dei beni comparabili:

$$p_1 \quad p_2 \quad \dots \quad p_i \quad (2.5)$$

Tali elementi rappresentano le informazioni di base comuni a tutti i procedimenti comparativi necessarie per il loro sviluppo, la loro assenza determinerebbe l'impossibilità logica di attuare alcun tipo di comparazione. I passaggi successivi sono quelli sui quali si attua la distinzione fra i diversi procedimenti di supporto al metodo comparativo.

I procedimenti di tipo quantitativo cercheranno di costruire un modello di stima sulla base della generica relazione introdotta dall'equazione 2.1.. Come mostrato da Isakson (2002) tale tentativo può riassumersi in un problema di algebra lineare tipo il seguente:

$$\begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_i \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_j \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} s_1 - c_{11} & s_2 - c_{12} & \dots & s_j - c_{1j} \\ s_1 - c_{21} & s_2 - c_{22} & \dots & s_j - c_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_1 - c_{i1} & s_2 - c_{i2} & \dots & s_j - c_{ij} \end{pmatrix} \quad (2.6)$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{p} + \mathbf{a}(\mathbf{sI} - \mathbf{C})$$

dove:  $\mathbf{v} = \{v_1, v_2, \dots, v_i\}$  è il vettore dei possibili valori del bene da stimare ovvero il vettore dei prezzi corretti (*adjusted value*),  $\mathbf{a} = \{a_1, a_2, \dots, a_i\}$  è il vettore degli aggiustamenti, mentre la matrice a destra esprime le caratteristiche differenziali fra il bene oggetto di stima e i beni comparabili di prezzo noto anche detta matrice delle differenze.

La modalità con la quale viene affrontata la soluzione del problema posto nella 2.6 costituisce la principale differenza fra i procedimenti che compongono la macrocategoria dei metodi quantitativi. Si può distinguere, infatti, fra i procedimenti che vanno sotto il nome di *sales comparison approach* o, più correttamente, di *adjustment grid method* ed i procedimenti derivati dalla disciplina statistica.

I procedimenti *adjustment grid method* (AGM) si basano sull'assunzione che i vari elementi dell'equazione 2.6 abbiano una natura deterministica rifiutando di considerare il fenomeno valore in termini probabilistici. Data questa impostazione il problema può essere risolto come un normale problema di algebra-lineare necessitando di un ridotto numero di dati<sup>47</sup>. I procedimenti statistici rifiutano l'ipotesi deterministica assumendo che gli elementi del problema come variabili casuali descrivibili da una funzione di distribuzione di probabilità. È, quindi, possibile dalla 2.6,

47 Si ottiene una soluzione al sistema quando il numero di beni comparabili è pari al numero di caratteristiche considerate più uno ovvero quando la matrice delle differenze è non singolare. Nel caso in cui il numero delle caratteristiche sia maggiore dei beni comparabili ( $j+1 > i$ ) il sistema risulta indeterminato, la soluzione è, dunque, possibile attraverso l'apporto di informazioni aggiuntive ovvero stima diretta degli aggiustamenti. Nel caso in cui il numero delle caratteristiche risulti inferiore al numero dei beni comparabili ( $j+1 < i$ ) allora il sistema non ammette soluzione, in questo caso la soluzione può essere trovata per via statistica, ammettendo la variabilità casuale degli elementi del sistema, o mediante un processo iterativo come proposto dal Simonotti (1985).

una volta assunto che il valore del bene da stimare  $v$  sia pari alla somma dei prodotti fra le sue caratteristiche e il vettore degli aggiustamenti ( $v = sa$ ), derivare la seguente relazione corrispondente alla forma generica del procedimento di regressione<sup>48</sup>:

$$p = aC \quad (2.7)$$

lo studio ed il perfezionamento di tale relazione ha costituito uno dei principali campi di ricerca nella disciplina estimativa.

La maggior fortuna di questa categoria di procedimenti, sia nelle applicazioni pratiche che nell'approfondimento teorico, risiede nella capacità di rappresentare il valore come sommatoria del contributo di più elementi fornendone altre sì una loro quantificazione monetaria. Tale impostazione permette all'estimatore di supportare il proprio giudizio estimativo con un maggior grado di definizione ed una solida base teorica rendendolo, a prima vista, più oggettivo. L'approccio quantitativo è stato però soggetta a critiche, alcuni autori evidenziano come le decisioni prese dagli operatori del mercato in realtà non seguono il ragionamento sotteso da questi procedimenti. Da una parte viene criticata, infatti, la capacità degli attori del mercato di discernere e stimare i contributi di ogni singola caratteristica rispetto al valore totale dell'immobile. Dall'altra viene sottolineato come i beni immobili presentino caratteristiche complesse con alto livello di interdipendenza fra di esse tali da renderne difficile la loro modellazione. Inoltre è stato osservato come, soprattutto per i procedimenti di tipo statistico, la necessità di avere a disposizione un numero elevato di osservazioni caratterizzate da un certo grado di regolarità di fatto ne renda difficile l'applicazione pratica. Sulla base di queste presupposti alcuni autori hanno proposto l'utilizzo di procedimenti alternativi.

La ricerca di un procedimento che ricalchi maggiormente il reale processo decisionale degli attori del mercato ha portato a proporre l'applicazione, anche in campo estimativo, di procedimenti mutuati dalla teoria della decisione. L'obiettivo sotteso all'utilizzo di tali procedure è quello di approssimare le funzioni di utilità espresse dagli attori che operano nel mercato immobiliare. Grazie ad esse si cerca di

---

48 Le ulteriori ipotesi da aggiungere a fini della costruzione di un modello di regressione riguardano il comportamento degli errori (distribuzione normale con media pari a zero) e un'appropriata distribuzione dei prezzi e delle caratteristiche all'interno dell'insieme di beni comparabili.

ripercorrere il processo che porta all'espressione delle preferenze da parte degli operatori mettendole poi in relazione con i valori espressi nel mercato. In termini generali tali procedure permettono di valutare qualitativamente il “peso”, ovvero il grado di attrattività, delle singole caratteristiche dei beni ed il loro contributo rispetto all'utilità complessiva derivante dal possesso del bene immobiliare. Una volta stimata l'utilità complessiva espressa da un determinato bene è possibile costruire una relazione fra questa ed il valore giungendo così alla formalizzazione del modello di stima. Rispetto ai procedimenti quantitativi la struttura del problema rimane simile alla 2.6, cambia però la modalità con la quale si “misurano” e si valutano gli aggiustamenti. Un esempio è fornito dalla seguente matrice proposta da Ratcliff e Swan (1972):

*Tabella 2.2- Esempio di tabella alla base della procedura di price-quality regression. Tratto da Ratcliff e Swan (1972).*

Feature Set	Weight	Weighted Ratings						
		Comparables						Subject
		A	B	C	D	E	Avg.	
Locational Convenience	15	120	105	45	150	15		90
Neighborhood	20	120	120	140	20	60		80
Lot	15	90	60	75	15	90		75
Exterior Architecture	10	40	10	40	30	20		40
Physical Condition	10	20	70	30	10	40		20
Interior Plan	15	105	150	90	30	15		45
Interior Attractiveness	10	20	20	10	20	30		30
Mechanical Equipment	5	20	15	10	15	25		25
Total	100	535	550	440	290	295	434	405
Selling Price (\$)		25.550	27.000	28.900	30.750	31.500	28.740	

Pur avendo il vantaggio di risultare strumenti più flessibili e adattabili rispetto alle conoscenze possedute dagli estimatori tali metodi non hanno avuto un forte seguito in campo pratico. La difficoltà di sostanziare le ipotesi circa il peso relativo delle varie caratteristiche in termini di formazione dell'utilità complessiva di fatto ne hanno limitato l'utilizzo a fini pratici. Tuttavia tali procedimenti forniscono un'utile alternativa nei casi in cui la presenza di dati di mercato risulti limitata aiutando l'estimatore a codificare i passaggi logici eseguiti al fine di giungere al giudizio di stima.

I procedimenti appartenenti alla terza categoria si caratterizzano per il fatto di interpretare le informazioni in possesso esclusivamente per il loro aspetto ordinale. L'obiettivo è quello di cogliere in via sintetica la relazione che sussiste fra l'ordinamento dei beni comparabili, desumibile dalla lettura delle loro caratteristiche intrinseche ed estrinseche, rispetto all'ordinamento che si osserva nel loro valore:

$$\begin{array}{ccccccc}
 c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1j} & & p_1 & \\
 c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2j} & & p_2 & \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \\
 \downarrow \uparrow s_1 & s_2 & \dots & s_j & \rightarrow & \downarrow \uparrow v & \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \\
 c_{i1} & c_{i2} & \dots & c_{ij} & & p_i & 
 \end{array} \quad (2.8)$$

Cogliere tale relazione può essere un'attività di facile soluzione in presenza di pochi dati caratterizzati da un buon livello di omogeneità o di una profonda conoscenza del mercato da parte dell'estimatore. Più difficile, invece, risulta la stessa operazione in presenza di un maggior numero di dati o la formalizzazione esplicita del procedimento implicito espresso da un'estimatore sulla base delle sue conoscenze al fine dell'inserimento del bene da stimare all'interno della scala dei prezzi noti. Per questa ragione sono stati proposti alcuni procedimenti che possono fornire un valido l'ausilio all'estimatore per la soluzione di tale problema come il metodo *rough set* o la *rank regression*.

## 2.5 I procedimenti estimativi a supporto della comparazione

### 2.5.1 Breve evoluzione dei procedimenti quantitativi statistici

L'utilizzo di procedimenti di tipo quantitativo come supporto alla soluzione del quesito di stima su basi comparative è da sempre legata strettamente all'evoluzione della disciplina estimativa stessa<sup>49</sup>. L'utilizzo dello strumento matematico, in particolare della relazione di proporzione, è da sempre un utile supporto di carattere quantitativo ai fine della comparazione. L'evoluzione di tale, semplice, approccio avviene nei primi

<sup>49</sup> Un interessante approfondimento è fornito dalla lettura storica dei procedimenti suggeriti dai cultori dell'estimo antecedenti a quelli della scuola classica novecentesca svolta dal Brusa (2007).

anni del novecento, quando, alcuni autori intuiscono le potenzialità estimative degli strumenti predisposti dalla giovane disciplina statistica<sup>50</sup>. Primi accenni di tali applicazioni si hanno nell'ambito della scuola tedesca ad in Italia con il Serpieri<sup>51</sup>. L'applicazione della regressione mono e pluriparametrica al campo estimativo si fa comunemente risalire a metà degli anni venti del novecento con i lavori, svolti per il dipartimento dell'agricoltura degli Stati Uniti, da G. C. Haas e M. Ezekiel per la stima del valore dei terreni agricoli. La prima applicazione nel campo dell'estimo urbano si fa risalire al 1958 ad opera di R. E. Renshaw (Simonotti, 1990). Nell'arco di appena dieci anni negli Stati Uniti tale tecnica viene ampiamente sviluppata come metodo per la stima, prevalentemente a fini fiscali, delle abitazioni monofamiliari per le quali vi era, già allora, una grande disponibilità di dati. Una serie di articoli scritti alla fine degli anni sessanta da autori quali Pendleton (1965), Eisenlauer (1968), Brigham e McAllister (1968), Blettner (1969), in Italia, Grillenzoni (1968) e Milano (1968) sottolineano l'importanza di questo nuovo strumento soprattutto nelle cosiddette operazioni di *mass appraisal*, ovvero nei casi dov'è richiesta la produzione di un elevato numero di stime per beni con caratteristiche omogenee, o per lo studio di particolari fenomeni o caratteristiche che possono influenzare il valore degli immobili, quelli che più tardi prenderanno il nome di modelli edonici. Una delle prime, e più autorevoli, voci critiche sull'utilizzo dei procedimenti statistici a fini estimativi è quella di J. Lessinger. In due articoli (Lessinger; 1969, 1972) l'autore individua i principali difetti di tale procedura evidenziando come la complessità dei beni oggetto dell'analisi estimativa difficilmente permettono di soddisfare le rigide ipotesi di base richieste dal modello statistico. In particolare, la necessità di un numero elevato di dati, la presenza di forti interrelazioni fra caratteristiche, la possibilità di ottenere forti errori assoluti di stima insieme al fatto che, comunque, la procedura non elimini del tutto un certo apporto soggettivo dell'estimatore, dovuto alla scelta dei campioni e delle caratteristiche di riferimento ma anche della forma funzionale della funzione di regressione, ne limitano l'utilizzo pratico e la pretesa oggettività dei risultati ottenuti.

Dopo questa prima fase dagli anni settanta e fino agli anni novanta si assiste ad un

---

50 Per una lettura più approfondita dell'apporto dello strumento statistico alla disciplina estimativa si rimanda a Stellin e Azzolin (1996).

51 Si veda a proposito *La stima dei beni fondiari*, op. cit., pag. 305-307

costante interesse nei confronti di questa tecnica ed un progressivo aumento della ricerca nel campo, incentrata, soprattutto, sul tentativo di superare i punti critici evidenziati da Lessinger. Inizialmente, si osserva il tentativo di aumentare la flessibilità dei primi modelli mediante l'utilizzo di forme funzionali non lineari, capaci di approssimare in modo migliore l'effettivo andamento di alcuni fenomeni osservabili e di tenere in debita considerazione alcuni postulati di tipo economico come il principio dell'utilità marginale decrescente (Trippi, 1974; Kank e Reichert, 1987; Murphy III, 1989; Weirick e Ingram, 1990; Pace, 1998b). Il tentativo di limitare l'influenza negativa dovuta alla presenza nei modelli estimativi di variabili fortemente correlate fra loro porta all'applicazione di vari affinamenti del modello statistico della regressione come la *factor analysis* (Morton, 1977), la *ridge regression* (Newel, 1982; Sweetland e Colclough, 1986; Ferreira e Sirmans, 1988) o l'utilizzo di metodi ibridi che permettono di incorporare la stima esogena di alcuni parametri (Gilley e Pace, 1990; Knight et al., 1993).

Dalla prima metà degli anni novanta in poi, l'evoluzione della capacità computazionale e la disponibilità, anche per il mercato professionale, di un facile accesso ad essa portano lo sviluppo dei metodi quantitativi, da una parte, verso i procedimenti sviluppati nel campo dell'*Artificial Intelligence*, dall'altra alle possibilità applicative fornite dai sistemi GIS per la georeferenziazione dei database informativi. Nel primo campo i primi contributi emergono con i lavori di Kathmann (1993), Tay e Ho (1993) Evans e Collins (1994), Worzala et al. (1995) ed, in Italia, Del Giudice e Amabile (1996). I positivi riscontri delle prime applicazioni del metodo insieme alla sua logica sottostante, basata su algoritmi di autoapprendimento, producono reazioni contrastanti, alcuni vedono un possibile rischio per la professione dovuto alla possibilità che questi procedimenti giungano a sostituire il giudizio estimativo espresso dall'estimatore. Osservatori più attenti, invece, ne intravedono le potenzialità come la possibilità di produrre stime di qualità migliore e in tempi più brevi (Rayburn e Tosh, 1995). Evoluzioni successive mostrano, invero, l'evoluzione applicativa di tale metodo prevalentemente come metodo alternativo alla regressione per i casi di *mass appraisal* (Guan et al, 2008; Peterson e Flanagan, 2009). Nella realtà italiana come un utile strumento di indagine in presenza di un limitato numero di dati (De Mare, 2002; Lisini e

Rosato, 2007). Il maggior limite di tale procedura risiede nella maggiore difficoltà interpretativa rispetto ai modelli di regressione. La procedura con la quale la rete neurale giunge ad assegnare i pesi relativi alle varie caratteristiche per la formazione del valore dell'immobile risulta meno trasparente e, quindi, più difficilmente utilizzabile dall'estimatore per l'interpretazione del fenomeno osservato. Per quanto riguarda l'applicazione dei sistemi GIS al campo dell'estimo si evidenzia come tale innovazione risulti trasversale ai vari procedimenti estimativi. L'uso della georeferenziazione, infatti, permette una specifica modalità di organizzazione delle informazioni a disposizione sulla base della quale è possibile implementare, in una modalità *GIS-based*, i vari procedimenti estimativi. L'utilizzo di procedimenti implementati sulla base di dati georeferiti mostra un miglioramento delle prestazioni predittive dei modelli estimativi soprattutto per la capacità di tenere in debita considerazione le caratteristiche estrinseche dovute ai fattori di localizzazione (Pagourtzi et al., 2003, 2006).

### **2.5.2 Il procedimento sintetico comparativo nella tecnica AGM**

I procedimenti che in letteratura vengono riuniti sotto il nome di *Adjustment Grid Method* (AGM) possiedono una lunga storia all'interno della pratica estimativa nord-americana. Per molti anni questi metodi vengono sviluppati attraverso la pratica empirica degli estimatori non suscitando particolare interesse da parte della ricerca verso un approfondimento metodologico della procedura<sup>52</sup>. Tale impostazione muta allorché il mondo accademico, oltre a riconoscere la diffusione del metodo nella pratica estimativa, si interessa del problema decisionale della concessione del credito per l'acquisto di abitazioni e dei relativi rischi (*mortgage default*). Viene, infatti, osservato come la qualità e quantità delle informazioni fornite dalla stima dell'immobile possono risultare molto utili ai fini della riduzione delle possibili sofferenze<sup>53</sup>. Essendo l'AGM il procedimento adottato per le stime ai fini di

---

52 Fanno eccezione i lavori di Shenkel (1967) e Berger (1971) e più recentemente di Williams (2004) incentrati su una maggiore formalizzazione matematica delle modalità con le quali considerare e sommare i vari aggiustamenti per giungere al valore aggiustato.

53 Sembra utile ricordare, alla luce della recente crisi finanziaria originatasi dallo scoppio della bolla immobiliare statunitense, come già nel 1986 la House Committee on Government Operations avesse evidenziato, nell'analisi delle origini della crisi economica degli anni '80, come questa fosse stata generata dall'incentivazione alla stesura di stime errate o addirittura volontariamente in difetto ai fini della concessione del credito. Il dibattito seguito portò alla revisione del regolamento in tema di stime

ottenimento del credito, uniformate negli Stati Uniti secondo gli *Uniform Residential Appraisal Report* (FNMA Form 1004 / FHLMC Form 70), ecco che lo studio di questa procedura assume un particolare interesse da parte del mondo accademico come testimonia un'indagine della letteratura sul tema proposta da Lentz e Wang (1998).

È merito di Colwell et al. (1983) l'aver chiarificato i fondamenti analitici del procedimento AGM, basati su relazioni funzionali fra prezzo e caratteristiche degli immobili ovvero sul modello edonico introdotto da Rosen (1974). Gli autori mettendo in luce, per ogni tecnica usualmente utilizzata nel procedimento, le forme funzionali sottostanti e le relazioni di dipendenza fra gli aggiustamenti dimostrano come solo alcune di esse risultano coerenti con il modello edonico (tabella 2.3).

Nome della tecnica	Descrizione	Funzione	Relazione fra gli aggiustamenti	Coerenza con il principio edonico
Additive Dollar Adjustment Method (ADAM)	Sommatoria degli aggiustamenti espressi in termini di moneta	$\hat{P}_s = P_c + (\hat{P}_s - \hat{P}_c)$ $\hat{P}_s - \hat{P}_c = \sum a_j (X_{sj} - X_{cj})$	Indipendenti	Incoerente
Additive Percentage Adjustment Method (APAM)	Sommatoria degli aggiustamenti espressi in termini percentuali	$\hat{P}_s = P_c + P_c \frac{\hat{P}_s - \hat{P}_c}{P_c}$ $\frac{\hat{P}_s - \hat{P}_c}{P_c} = \sum f_j (X_{sj}, X_{cj})$	Indipendenti	Coerente nella forma logaritmica
Multiplicative Percentage Adjustment Method (MPAM)	Moltiplicazione degli aggiustamenti espressi in termini percentuali	$\hat{P}_s = \prod P_c \left( \frac{X_{sj}}{X_{cj}} \right)^{h_j}$ $\hat{P}_s = \prod P_c e^{h_j (X_{sj} - X_{cj})}$	Dipendenti	Coerente nella forma Cobb-Douglas incoerente nella forma esponenziale

Tabella 2.3: Tecniche utilizzate nell'AGM analizzate da Colwell et al. (1983).

Gli autori illustrano e sistematizzano le modalità con le quali pervenire ad una stima dei coefficienti di aggiustamento (*adjustment factors*) suggerendo per primi il possibile utilizzo della regressione a tal fine. Inoltre, propongono diversi schemi con i quali pervenire ad una scelta dei pesi (*weights*) da utilizzare nel processo di

---

seguito da FREDDIE MAC e FENNIE MAE codice R 41-c (1986).

riconciliazione dei prezzi aggiustati suggerendo che la scelta del più opportuno avvenga in base all'esperienza maturata dall'estimatore. Ultimo importante risultato evidenziato dagli autori è la dimostrazione della possibilità, sotto determinate condizioni, di ottenere migliori risultati di stima grazie all'AGM rispetto all'applicazione di un procedimento di regressione.

Il contributo illustrato ha il merito di aver posto le basi per le ricerche successive sul tema evidenziando i principali punti critici del procedimento AGM sulle quali occorre una riflessione specifica, in particolare:

- la modalità di scelta dell'insieme di beni comparabili;
- la stima dei coefficienti di aggiustamento;
- il calcolo dei pesi da utilizzare nel processo di riconciliazione dei valori corretti.

Per il primo problema le soluzioni adottate nella pratica si basano principalmente sull'individuazione, da parte dell'estimatore, delle caratteristiche significative per i beni comparabili (*sales universe*) appartenenti allo stesso mercato dell'immobile oggetto di stima. Sulla base di queste caratteristiche viene impostata l'indagine di mercato al fine di reperire il maggior numero di informazioni riguardo a recenti compravendite avvenute nel mercato di riferimento. Una successiva scrematura dei dati raccolti può essere implementata, successivamente, al fine di ottenere un insieme di beni comparabili appartenenti allo stesso sottomercato. I passaggi fin'ora descritti possono risultare, nella pratica, particolarmente gravosi, date le difficoltà che si possono incontrare nella raccolta dei dati di mercato, fintanto da scoraggiare alcuni estimatori dall'utilizzo di questo procedimento in favore di procedimenti reddituali. Un aiuto in tal senso è fornito dalla possibilità di accedere a database informatici<sup>54</sup>, contenenti recenti contrattazioni immobiliari, sui quali è possibile estrarre, con interrogazioni successive, dati omogenei (Shenkel e Eidson, 1971)<sup>55</sup>. La scelta dei beni comparabili rimane,

---

54 Tale disponibilità è riservata, al momento, a quei paesi con mercati immobiliari più trasparenti ed efficienti di quello italiano. Anche se l'aumento dei servizi di inserzione immobiliare a libero accesso su internet ha migliorato sensibilmente la quantità di dati a disposizione anche nel contesto italiano purtroppo si segnala come questi, per l'appunto, riguardino valori d'offerta e non prezzi reali.

55 In conclusione all'articolo citato gli autori sottolineano come l'utilizzo del computer, facilitando

comunque, anche se facilitata dall'utilizzo del computer una fase legata all'esperienza e alla conoscenza del mercato dell'estimatore.<sup>56</sup>

Per quanto riguarda la stima degli aggiustamenti le tecniche tradizionalmente utilizzate risultano: il confronto a coppie (*matched-pair technique*), l'analisi dei costi di produzione e l'elicitazione diretta da parte dell'estimatore.

La *matched pair technique* si basa sul considerare la differenza di valore fra due beni comparabili, uguali per tutti gli attributi considerati eccetto uno, come dovuta alla differenza dell'unico attributo dissimile. Per stimare i coefficienti di aggiustamento è necessario, dunque, essere in grado di rilevare una coppia di beni comparabili, con tali particolari caratteristiche, per ogni attributo considerato. Nella realtà questa particolare condizione risulta difficilmente osservabile tanto da limitare fortemente l'applicazione pratica di tale tecnica (Harris, 1980). Inoltre, viene osservato come non sia del tutto coerente l'assunzione sottesa di linearità fra gli andamenti delle caratteristiche e l'influenza sul valore Wolverton (1998). Modifiche al procedimento vengono proposte per consentirne la sua applicazione come in Hauser (1977)<sup>57</sup>.

L'analisi del costo di produzione risulta la tecnica più semplice ma richiede due requisiti fondamentali: l'equilibrio del mercato<sup>58</sup> e la possibilità di individuare un intervento tecnico che permetta di misurare il cambiamento dello stato di una caratteristica. La stima diretta, elicitata dall'estimatore sulla base delle sue conoscenze, se da un lato può garantire un'elevata precisione nella stima degli aggiustamenti, in presenza di una buona conoscenza delle condizioni del mercato di riferimento, dall'altro non permette un'oggettiva e trasparente spiegazione del processo seguito dall'estimatore per la loro determinazione.

---

l'accesso ai dati, libera l'attività estimativa da una parte tediosa del lavoro lasciando più tempo alla fase di interpretazione dei dati di mercato. L'attività dell'estimatore, per gli autori, viene a configurarsi sempre più come un'attività di decision making.

56 Per uno studio di carattere psicologico sulle diverse modalità di scelta dei beni comparabili da parte di estimatori esperti ed inesperti si veda l'interessante esperimento svolto da Diaz III (1990).

57 L'autore propone di selezionare fra i beni comparabili quello più simile al bene da stimare (*superlative*). Sulla base di questo si cerca di valutare gli aggiustamenti in grado di spiegare lo scostamento di valore fra il superlative e gli altri beni comparabili. Da questa operazione è possibile ricavare gli aggiustamenti utili alla stima.

58 In tale situazione, infatti, il costo marginale riflette il valore marginale della caratteristica considerata.

La ricerca accademica si è soffermata particolarmente sul problema della stima dei coefficienti di aggiustamento in quanto i risultati del procedimento AGM dipendono fortemente da questo passaggio. Colwell et al. evidenziano come l'ausilio della regressione per il calcolo degli aggiustamenti permetta di ottenere stime affidabili e legate al mercato. Lipscomb e Gray (1990) studiano le modalità con il quale pervenire alla stima degli aggiustamenti abbinando la *matched-pair technique* e l'analisi di regressione. Per giungere alla stima di un aggiustamento gli autori propongono di suddividere, nel caso di una caratteristica esprimibile con una variabile dicotomica, l'insieme dei dati di mercato raccolti in due sottoinsiemi. Il primo, composto da  $n$  beni, conterrà tutti i beni che non possiedono la caratteristica di cui si vuole stimare l'aggiustamento, il secondo tutti gli  $m$  beni che la possiedono. Per ogni bene presente nel primo insieme si dovrà valutare il bene più simile all'interno del secondo insieme; a tal fine gli autori propongono di scegliere in base alla minor distanza euclidea calcolata rispetto alle caratteristiche pesate. Sulla base dei  $2n$  dati così trovati o delle  $n$  coppie di differenze è possibile effettuare una regressione che permette di valutare l'aggiustamento<sup>59</sup>. Gli autori mostrano, secondo un'indagine svolta su un campione di dati da loro raccolto, come la stima degli aggiustamenti svolta con l'ausilio dell'AGM e della regressione dia migliori risultati rispetto all'applicazione diretta della regressione. Tuttavia evidenziano come l'errore standard della stima degli aggiustamenti può risultare ampio, problema questo imputabile alla presenza di multicollinearità e alla mancata inclusione nel modello di caratteristiche influenti sul valore. Questo fatto comporta una grande incertezza sugli aggiustamenti così stimati pur rimanendo per gli autori il procedimento migliore per la stima degli stessi. Kang e Reichert (1991) sperimentano il procedimento introdotto da Colwell et al.<sup>60</sup> ad un caso pratico mostrando come l'uso dell'AGM permetta di giungere a stime più accurate in condizioni di mercato omogenee, mentre nel caso di situazioni meno omogenee, l'uso della regressione non-lineare risulta maggiormente performante.

La soluzione per via statistica del problema di stima degli aggiustamenti è giustificata, nella realtà americana, dall'ampia disponibilità di dati ma risulta di difficile

---

59 Per ulteriori approfondimenti sul procedimento proposto da Lipscomb e Gray si rimanda a Ramsland e Markham (1998).

60 Unico distinguo è l'introduzione della tecnica della *ridge regression* al posto della semplice OLS suggerita da Colwell et al.

applicazione allorquando non vi siano sufficienti dati a disposizione<sup>61</sup>. Questo è uno dei maggiori punti critici evidenziati dagli estimatori più pratici verso l'uso di tali metodi. Rodgers (1994) e, successivamente, Williams (1995) criticano l'utilizzo di questi procedimenti anche per la loro eccessiva rigidità e per due principali limiti: la stima molto incerta degli aggiustamenti e, soprattutto, l'incapacità di catturare le motivazioni degli attori che operano nel mercato. L'obiettivo dell'estimatore, infatti, nell'AGM, ma in generale nel procedimento comparativo, è quello di replicare il processo che intercorre fra chi vende e chi compra e, una volta compreso, utilizzare questa consocenza per valutare il bene oggetto di stima. L'applicazione di procedimenti eccessivamente vincolati dal punto di vista della loro formalizzazione può provocare, secondo gli autori, un allontanamento dall'effettivo comportamento degli attori presenti nel mercato. Gli autori, dunque, suggeriscono l'utilizzo dell'analisi deduttiva, nella quale gli aggiustamenti non vengono stimati ma dedotti qualitativamente. In precedenza, Kroll e Smith (1988) suggeriscono la possibilità di ricavare gli aggiustamenti tramite intervista diretta degli operatori agenti sul mercato, applicando al campo estimativo le tecniche sviluppate nel campo del marketing. La tecnica sviluppata dagli autori, la *buyer response technique* (BRT), consiste nell'utilizzo delle risposte, date da recenti acquirenti di beni immobiliari, ad un questionario impostato in modo tale da far emergere il valore relativo o quello marginale che essi assegnano a diverse caratteristiche degli immobili.

A metà degli anni novanta si assiste ad una prima esigenza di sistematizzazione della ricerca avanzata in questo campo. Pace e Gilley (1998) e Pace (1998b) propongono una nuova tassonomia. Le tecniche AGM sviluppate dalla pratica estimativa (*matched paired technique*, costo, valutazione diretta) vengono categorizzate sotto il nome di *general grid* (GG). Le tecniche che utilizzano procedimenti esterni all'AGM per la stima degli aggiustamenti, come la regressione, vengono assegnate alla categoria dei *plug-in grid* (PG). Infine, l'autore introduce una terza categoria costituita dal *total grid* (TG). Questa tecnica nasce da una combinazione fra AGM e regressione capace di incorporare anche le caratteristiche spaziali. Gli autori dimostrano come, includendo la

---

61 Il ricorso all'AGM può risultare, infatti, maggiormente utile nei casi di scarsa disponibilità dei dati. Nel caso di ampia disponibilità il ricorso al procedimento di regressione risulta di immediata applicazione anche se, come dimostrato dalla ricerca in questo campo, l'abbinamento all'AGM può portare ad un miglioramento della loro capacità predittiva.

variabile spaziale la tecnica risulta un caso speciale di regressione spaziale (*spatial autoregression*). Isakson (2002) implementa la sistemazione proposta da Pace giungendo alla formalizzazione algebrica dei procedimenti AGM, introdotta nel par. 2.4. Recentemente, Lai et al. (2008) propongono una sintesi della ricerca svolta nel campo dell'AGM insieme ad una nuova tecnica per la sua soluzione: il *replication method*. Tale metodo si distingue dai metodi precedenti per il fatto di non giungere alla stima degli aggiustamenti e, quindi, alla stima dei valori corretti. Gli autori propongono, infatti, di procedere direttamente alla stima del bene mediante la sommatoria fra il valore dei beni comparabili ed un peso assegnato ad ognuno di essi. Il valore dell'immobile da stimare è rappresentato, in questo modo, da una sua replica costruita sulla base dei valori e delle informazioni disponibili sui beni comparabili.

Per quanto riguarda, infine, la ricerca di un processo che permetta all'estimatore di giungere alla riconciliazione dei valori corretti la ricerca estimativa ha proposto, fin da subito, una razionalizzazione del concetto di comparabilità/similarità tramite il ricorso ad una qualche misura di distanza fra l'immobile da stimare ed i beni comparabili di caratteristiche e prezzo noto. Isakson (1986), basandosi su alcune intuizioni di Tchira (1979), propone l'utilizzo della tecnica *nearest neighbors* (NN) usualmente utilizzata in statistica per la soluzione del problema dei valori mancanti. L'autore, infatti, compara il concetto di vicinanza (*nearness*) della statistica al concetto di comparabilità (*comparability*) dell'estimo individuandone la sostanziale identità. Calcolando la distanza di Mahalanobis, fra lo spazio degli oggetti comparabili e il bene da valutare, l'autore ricava un vettore di pesi che, una volta moltiplicato per il vettore dei valori corretti, permette, mediante sommatoria, di giungere alla stima dell'immobile da valutare. Vandell (1991) prosegue nella formalizzazione del problema proponendo il criterio di minima varianza per la stima del vettore dei pesi. Partendo dai risultati di una regressione su di un insieme di compravendite di mercato dimostra come sia possibile ottenere un vettore dei pesi in base ad un processo di programmazione lineare avente come funzione obiettivo la minimizzazione della varianza del valore corretto. L'autore mostra come tale procedimento permette, rispetto alla tecnica introdotta da Isakson, di valutare non solo la similitudine rispetto alle caratteristiche ma anche rispetto

all'influenza che queste hanno sui prezzi aggiustati, tenendo conto della correlazioni esistenti fra gli aggiustamenti.<sup>62</sup>

Gau et al. (1992) implementano lo studio di Vandell introducendo una nuova funzione obiettivo che tende a minimizzare il coefficiente di variazione, definito come rapporto fra la varianza ed il valore del bene stimato, insieme ad un vincolo di non negatività dei pesi. Green (1994) critica la scelta di Gau et al della funzione obiettivo giustificando più appropriata, nella maggior parte dei casi, il procedimento di Vandell sulla base delle proprietà statistiche sottostanti i due procedimenti<sup>63</sup>.

Fin qui si è illustrata la ricerca nel contesto internazionale e specificatamente quello nord americano. In Italia il procedimento AGM non sembra trovare un suo omologo fino alla sua introduzione da parte del Simonotti (1985). Tale affermazione non corrisponde del tutto al vero<sup>64</sup>. Gli autori italiani sviluppano, infatti, procedimenti che si discostano di poco da quanto visto nell'ambiente americano. Forti similitudini si riscontrano, infatti, fra l'AGM ed il procedimento per punti di merito illustrato dal Forte (1968)<sup>65</sup>. In uno scritto successivo (Forte e De Rossi, 1974) l'autore indica come

62 Per un'analisi e valutazione delle differenze fra il procedimento introdotto da Vandell e la regressione si veda Lai e Wang (1996).

63 Gau et al. (1994) rispondono alle critiche mosse da Green indicando come non vi siano evidenze empiriche per preferire un metodo rispetto all'altro e come solo l'applicazione dei due metodi a casi reali possa permettere di riscontrare la migliore o minore capacità predittiva.

64 La differenza più marcata fra le due realtà può essere vista nel minor approfondimento, nel contesto italiano sia teorico che pratico, delle tecniche che permettono di giungere ad una valutazione degli aggiustamenti a partire da dati di mercato. Tale situazione può essere addebitata non tanto ad una carenza della ricerca in questo contesto ma alla strutturale mancanza di trasparenza del mercato immobiliare italiano. È difficile, infatti, sviluppare e utilizzare tecniche che si basano sui prezzi effettivamente riscontrati sul mercato quando questi sono difficili da raccogliere e quando, se raccolti, non riflettono l'effettivo ammontare di denaro coinvolto nella transazione.

65 Il procedimento per punti di merito, sviluppato in Germania e Svizzera a metà del XIX secolo, si basa sui seguenti passaggi: individuazione, nel bene oggetto di stima, delle caratteristiche tecnico-economiche che hanno influenza sull'aspetto economico da stimare; determinazione, per ognuna delle caratteristiche, dei valori massimi e minimi corrispondenti al grado più elevato e più modesto di estrinsecazione; formazione delle scale di merito con punteggio massimo corrispondente al grado più elevato e punteggi minimi proporzionali al grado più modesto; attribuzione all'immobile oggetto di stima del punteggio di merito corrispondente; effettuazione del prodotto dei punteggi di merito; determinazione del valore di stima come prodotto fra grandezza di riferimento e coefficiente di merito. La procedura si riassume nella seguente equazione:

$$V_m = V_{ma} \sum K_i$$

Per un'applicazione del metodo si veda Bruschi (1982) mentre per un'analisi critica del procedimento per valori tipici nella realtà italiana si veda Ribaudo (1990).

d'interesse, per lo sviluppo dei metodi comparativi, l'utilizzo di due procedure. Da una parte l'autore cita, con ampio rimando a studi precedenti in campo americano, il procedimento dei «minimi quadrati» ovvero i modelli di regressione; dall'altra riporta un'applicazione del Serpieri che, sostanzialmente, consiste nella soluzione di un sistema lineare<sup>66</sup>. Da questi due filoni scaturiscono i principali contributi metodologici all'analisi per punti di merito o per valori tipici. Da una parte l'utilizzo della regressione, simile all'impostazione della letteratura statunitense, come stima dei pesi delle caratteristiche come proposto da Merlo e Defrancesco (1991) e da Del Giudice (1994). Dall'altra l'impostazione del problema come sistema lineare porta al cosiddetto sistema generale di stima proposto da Simonotti (1985). Simonotti si distacca, però, dalla tradizione italiana introducendo per primo nozioni e termini della procedura AGM ed inserendosi pienamente nel contesto della ricerca internazionale. È merito, infatti, di Simonotti l'aver compreso fin da subito la formulazione matriciale del procedimento e aver proposto la soluzione del sistema lineare come possibile alternativa all'utilizzo della regressione o delle altre tecniche. In un contesto, come quello italiano, caratterizzato da scarsità di dati su compravendite effettivamente realizzate la soluzione del sistema lineare può offrire una possibile soluzione al problema della stima degli aggiustamenti. L'autore ritornerà sul tema in più riprese quando esaminerà il problema della selezione dei beni comparabili attraverso il concetto di verosimiglianza estimativa (Simonotti, 1989)<sup>67</sup>, con un'applicazione per la stima dei prezzi impliciti in presenza di un numero

66 «Siano  $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3$  le quantità dei componenti contenute in tre beni di prezzo  $P_1, P_2, P_3$ : per determinare i valori unitari incogniti  $V_1, V_2, V_3$  di  $a, b$  e  $c$ , si ha il seguente sistema di equazioni:

$$a_1 V_1 + b_1 V_2 + c_1 V_3 = P_1$$

$$a_2 V_1 + b_2 V_2 + c_2 V_3 = P_2$$

$$a_3 V_1 + b_3 V_2 + c_3 V_3 = P_3$$

Le incognite risultano:

$$V_1 = \frac{A}{D}, V_2 = \frac{B}{D}, V_3 = \frac{C}{D}$$

dove  $D$  è il determinante del sistema;  $A, B$  e  $C$  i determinanti che si ottengono sostituendo nel determinante del sistema alla colonna dei coefficienti delle rispettive incognite i prezzi  $P_1, P_2$  e  $P_3$ » (Forte e De Rossi, 1974, pag. 91). Gli autori ripropongono il procedimento analizzato dal Serpieri per la stima dei valori unitari degli albuminoidi, grassi, e idrati di carbonio come componenti dei foraggi (Serpieri, 1939, pag. 301)

67 In questo lavoro l'autore propone la costruzione di un coefficiente di verosimiglianza rielaborando quanto svolto da Isakson (1986) ed anticipando in parte le tematiche introdotte successivamente da Vandell (1991). Il coefficiente proposto è definito come una funzione di tre componenti: la prima che valuta il grado di similitudine fra i beni comparabili e quello oggetto di stima tramite la distanza euclidea rispetto alle caratteristiche standardizzate, il secondo tiene considerazione il contributo delle varie caratteristiche al valore totale calcolato tramite il coefficiente di correlazione parziale, la terza

ridotto di dati in alternativa al procedimento edonico (Curto e Simonotti, 1993). Successivamente, con un'approfondimento dei riferimenti alle tecniche di risoluzione del problema lineare insieme ad una possibile utilizzo della *ridge regression* e della tecnica AHP (Simonotti, 1994a). Negli ultimi lavori sul tema il sistema di stima troverà posto, all'interno del più generale proceso riunito attorno al concetto di funzione di stima, come mezzo per la valutazione dei prezzi marginali delle caratteristiche qualitative che influiscono sul valore del bene da stimare (Simonotti, 2001a, 2001b, 2003). Recentemente, Salvo (2007) propone un interessante soluzione del problema della stima degli aggiustamenti. Partendo da un'elaborazione tecnico-informatica dell'AGM chiamata *direct comparison approach*<sup>68</sup> l'autrice propone l'utilizzo della programmazione lineare per la valutazione dei punteggi da associare alle caratteristiche qualitative considerate nella stima. Una variante di tale procedimento è suggerita come forma alternativa alla soluzione del sistema generale di stima.

Cantisani (2008) analizza il procedimento AGM sottolineando le questioni estimative rilevanti che emergono dall'uso di tale procedimento. L'autore ne individua cinque, riportate di seguito:

- l'importanza di un uso corretto della funzioni di aggiustamento;
- l'importanza della logica non lineare nella determinazione dei prezzi marginali e quindi degli aggiustamenti;
- la necessità di considerare un numero minimo di beni comparabili auspicabilmente pari al numero di caratteristiche, al netto di quelle stimate con tecniche dirette, più tre;
- l'utilizzo dei valori unitari in luogo dei valori totali;
- la possibilità di utilizzare procedimenti multicriteriali, come l'AHP, al fine di stimare l'importanza, ovvero il peso, delle varie caratteristiche sulla formazione del valore totale dell'immobile.

---

cerca di valutare la rispondenza del procedimento di stima al quesito di stima tramite il calcolo del residuo percentuale.

68 Di matrice canadese ma molto affine alla procedura introdotta da Grissom et al. e all'impostazione del problema estimativo introdotto dal Simonotti negli ultimi lavori citati.

L'indagine di letteratura riportata mostra come la ricerca nel campo dei procedimenti *adjustment grid method* risulti di piena attualità all'interno del contesto della disciplina internazionale ed italiana. I procedimenti AGM nati e sviluppati, in una prima fase, dalla pratica professionale ha progressivamente suscitato l'interesse del mondo scientifico. La ricerca ha mostrato come essi possano supplire alle difficoltà incontrate dalle applicazione dei più rigorosi e "oggettivi" procedimenti statistici. In particolare, la loro possibilità di fornire un valido ausilio all'estimatore in contesti caratterizzati dalla presenza di dati scarsi. In tali contesti, infatti, l'utilizzo dell'AGM se, da un punto di vista statistico, aumenta la possibilità di introdurre errori dovuti al campionamento, dall'altro può portare anche a risultati migliori per la maggiore omogeneità di quelli ottenibili con la regressione in quanto la selezione di un campione ridotto e maggiormente omogeneo permette di limitare i problemi relativi alla multicollinearità o alle forte influenza delle caratteristiche estrinseche di carattere localizzativo.

### **2.5.3 Procedimenti alternativi per la comparazione**

Procedure quanti-qualitative capaci di fornire un supporto all'atto sintetico descritto dall'enunciazione del processo comparativo descritto dal Famularo<sup>69</sup> sono state sviluppate sia nella scuola italiana che anglosassone. Un primo esempio è fornito dal *value-ranking method* introdotto da Babcock (1968). L'autore suggerisce una procedura per la costruzione delle scala dei valori semplice ed intuitiva. Propone, infatti, di catalogare le informazioni derivanti dall'indagine di mercato in schede dove, sulla parte anteriore viene riportata la descrizione relativa alle caratteristiche dei beni (dimensione, vetustà, etc.) mentre il prezzo realizzato nella compravendita viene riportato sul dorso. All'estimatore è, quindi, richiesto di mettere in ordine i beni, ovvero le schede, in base al loro valore stimato sulla base delle caratteristiche descritte nella parte anteriore delle schede. Nel caso in cui due beni vengano valutati equivalenti le schede vengono unite, assegnando i beni alla medesima posizione all'interno dell'ordinamento. Successivamente, sulla base della relazione d'ordine così individuata,

---

69 Vedi par. 2.4 .

viene costruito un grafico (grafico 2.1) dove sulle ascisse viene riportato l'ordine individuato e sulle ordinate il prezzo segnato sul dorso della scheda. Sulla base di questo grafico, è possibile individuare una relazione fra l'ordinamento, ovvero il valore espresso dall'estimatore, ed il prezzo effettivamente realizzatosi sul mercato. Tale relazione può essere individuata ricorrendo ad un procedura d'interpolazione di tipo statistico. La relazione così trovata può essere utilizzata per la stima del bene di caratteristiche note ma di valore ignoto.

Tabella 2.4 - Value ranking technique tratta da Babcock (1968) pag. 217, tabella dei dati.

Property No.	Value Rank	Sale Price
14	1	9.600
15	2	12.950
11	3	11.400
9	4	12.100
7	5	14.250
12	5	14.600
13	6	16.700
8	7	17.100
1	8	20.700
5	9	18.200
6	10	19.100
4	11	21.000
2	12	21.400
10	13	23.700
16	14	22.500
3	15	26.800

Market Value

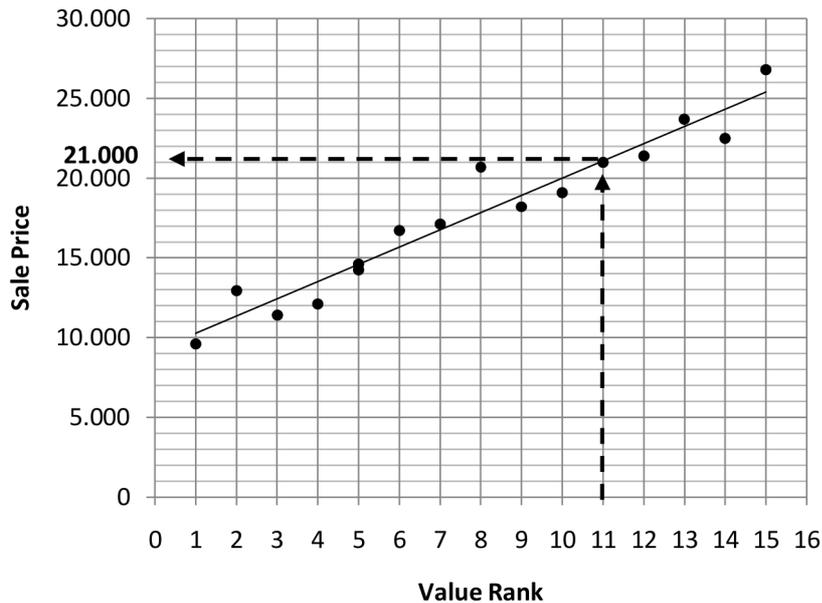


Grafico 2.1 - Value ranking technique tratta da Babcock (1968) pag. 217.

L'evoluzione di tale semplice procedimento si può osservare con Ratcliff (1972b) e la sua proposta di *price-quality regression*. Rispetto al procedimento proposto da Babcock, Ratcliff propone una modifica della procedura capace di costruire la relazione d'ordine tenendo in debita considerazione l'importanza associata ad ogni caratteristica. L'importanza delle caratteristiche, ovvero il loro trade-off, è valutato dall'estimatore in base ad un processo deduttivo basato sul profilo dei potenziali acquirenti. Successivamente, l'estimatore è chiamato a esprimere, per ogni caratteristica considerata, la relazione d'ordine fra i beni comparabili ed il bene oggetto di stima mediante l'utilizzo di una scala ad intervalli. Il punteggio massimo, pari ad uno, è assegnato al bene migliore e valori maggiori per i successivi lasciando all'estimatore la scelta dell'estensione della scala in modo tale da considerare il grado di omogeneità, o disomogeneità, rilevate nelle caratteristiche fra i vari beni. Moltiplicando, per ogni caratteristica, il punteggio assegnato nella procedura di ordinamento per il suo peso ed, infine, sommando, è possibile giungere a definire una punteggio complessivo che permette di costruire la relazione d'ordine fra i beni considerati. Il punteggio ottenuto è, quindi, messo in relazione al prezzo osservato per i beni comparabili mediante una regressione monoparametrica permettendo di giungere alla stima del bene (grafico 2.2). Grissom et al. (1987) propongono l'utilizzo di un sistema combinato fra AGM e la

*price-quality regression*. Gli aggiustamenti vengono calcolati sulla base di una procedura di confronto sequenziale fra i beni selezionati come comparabili e l'oggetto da valutare, come per la *price-quality regression* le caratteristiche vengono valutate secondo una scala di utilità ordinale. La procedura permette all'estimatore di stimare gli aggiustamenti per ogni caratteristica ed il relativo contributo alla formazione del valore del bene.

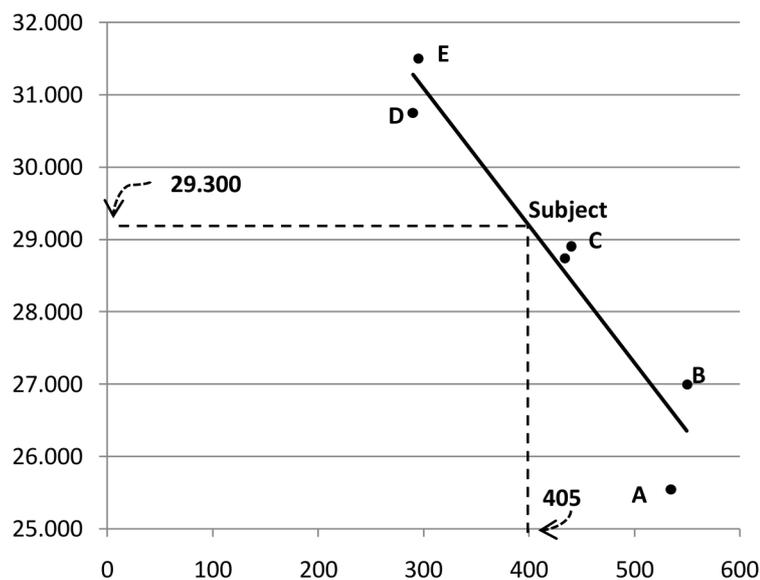


Grafico 2.2 - Price-quality regression tratta da Ratcliff (1972) pag. 160.

Cronan et al. (1986) propongono un procedimento molto simile a quello del Ratcliff che unisce i pregi dei metodi quantitativi insieme ad una maggiore attinenza al principio comparativo ed una migliore capacità predittiva nel caso di piccoli campioni rispetto alle usuali procedure di regressione. Tale metodo è la *rank transformation regression* ovvero una trasformata ordinale del metodo di regressione dove le caratteristiche invece di comparire nel loro aspetto cardinale subiscono una trasformazione su scala ordinale. Tale procedimento non necessita delle numerose assunzioni necessarie nel procedimento introdotto da Ratcliff mostrando buone capacità predittive, se non migliori, rispetto ai modelli di regressione. Risulta, però, meno efficace nel fornire all'estimatore informazione sul modo con cui gli attori del mercato giungano a prendere la loro decisione e, quindi, ad interpretare il modo in cui avviene il processo di formazione del valore.

Autori provenienti dalla professione estimativa come Rodgers (1994), Williams (1995), Wilson (1997a , 1997b) approfondiscono ulteriormente, nel campo applicativo, il tema dell'approccio ordinale come procedimento di comparazione. Le procedure descritte da questi autori riducono il procedimento ad un'indagine, di tipo deduttivo, volta a selezionare un ristretto, o meglio ristrettissimo, numero di beni comparabili sui quali è possibile giungere sinteticamente all'espressione di un giudizio di stima. Tale giudizio si esprime, dunque, mediante un intervallo descritto da due beni comparabili; gli, eventuali, aggiustamenti necessari al fine di fornire un valore di stima univoco vengono colti sinteticamente dall'estimatore. In questo modo si cerca di giungere ad esprimere il giudizio di stima in un modo il più simile possibile al processo decisionale posto in atto dai potenziali acquirenti.

In Italia, Curto (1994a) individua nei procedimenti sviluppati dalla teoria delle decisioni un utile supporto teorico e metodologico per la costruzione di procedimenti quanti-qualitativi a supporto del giudizio estimativo. L'autore, in particolare, propone un'applicazione dell'Analytic Hierarchy Process (AHP) come strumento capace sia di permettere la costruzione della scala dei valori, sia di quantificare variabili di tipo qualitativo altrimenti difficilmente definibili al fine di un loro inserimento nei modelli di regressione (Curto, 1994b), sia come metodo per la stima dei pesi delle varie caratteristiche nella formazione del valore degli immobili. Breil et al. (2004) e Rosato et al. (2006) propongono un modello edonico-gerarchico georeferito per la stima degli effetti di miglioramento della qualità ambientali e urbane sul valore degli immobili. Bagnoli e Smith (1998) e Bonissone e Cheetham (2002) propongono l'applicazione della *fuzzy theory* al campo estimativo. Gli autori rielaborano il procedimento proposto da Ratcliff sulla base della teoria fuzzy, giungendo ad esprimere il giudizio sulla qualità complessiva degli immobili non con un valore univoco ma mediante un numero fuzzy.

Le proposte di applicazione di metodi quanti-qualitativi come supporto al procedimento di stima comparativo si basano su un presupposto comune; quello di interpretare il giudizio di stima come estrinsecazione di una logica di tipo deduttivo. Tale logica avvicina il giudizio di stima al più generale processo decisionale il quale può trovare supporto, per la sua soluzione, nell'uso degli strumenti forniti dalla letteratura nel campo dell'aiuto alla decisione. L'utilizzo di questi strumenti da parte

dell'estimatore permette di strutturare il processo logico di stima, rendendolo maggiormente esplicito limitando, così, la mancanza, rispetto ai procedimenti di carattere statistico, di test "oggettivi" sulle conclusioni desunte. Nei paragrafi successivi verranno presentati due metodi, sviluppati nell'ambito della teoria delle decisioni, al fine della loro applicazione a supporto del procedimento di stima comparativo.

## 2.6 L'approccio Rough Set

### 2.6.1 L'approccio classico (CRSA) aspetti teorici e applicazioni estimative

La teoria dei Rough Set viene introdotta, agli inizi degli anni ottanta, da Pawlak (1982; 1997). Partendo dalla teoria degli insiemi l'autore propone uno strumento matematico utile per l'analisi di dati caratterizzati da una descrizione imprecisa. Alla base di tale teoria vi è l'assunzione che ad ogni oggetto di conoscenza può essere associato un contenuto informativo (dato empiricamente misurabile, descrizione soggettiva, codificazione dell'esperienza o di conoscenza, etc.) esprimibile attraverso uno o più attributi che ne forniscono una sua descrizione. Sulla base di questi attributi si possono rilevare delle relazioni di indiscernibilità ovvero di similarità fra gli oggetti caratterizzati dallo stesso contenuto informativo. L'insieme di uno o più oggetti tra loro indiscernibili costituisce un cosiddetto atomo o "granulo" elementare di conoscenza. Tramite questi "granuli" è possibile descrivere qualunque sottoinsieme dell'universo del discorso, ovvero sostenere un'affermazione su di esso, sia in forma precisa, tramite la loro unione, sia in forma approssimata (*rough set*). Quest'ultima si ottiene tramite la definizione di due insiemi: l'approssimazione inferiore (*lower approximation*), ovvero l'unione dei granuli i cui elementi soddisfano sicuramente l'affermazione, e l'approssimazione superiore (*upper approximation*), ovvero l'unione dei granuli i cui elementi possono soddisfare l'affermazione. La differenza fra questi due insieme costituisce la cosiddetta frontiera (*boundary region*) ovvero quegli elementi che non possono essere con certezza posti in relazione all'affermazione. Qualsiasi affermazione che può essere ricavata a partire dalle informazioni a disposizione potrà essere descritta, anche in modo vago, attraverso i due insiemi approssimanti. Grazie ad essi è possibile indagare sui rapporti di causa-effetto che legano l'affermazione ai contenuti

informativi a disposizione. Tali rapporti vengono descritti sotto forma di semplici regole “se ... allora ...” (*if ... then ...*) senza la necessità di verificare la consistenza delle informazioni a disposizione o di porre determinati contenuti aprioristici.

In termini matematici, i contenuti informativi vengono rappresentati attraverso una tabella delle informazioni (*data table*). Nel formalismo algoritmico essa rappresenta una 4-upla  $S = \langle U, Q, V, f \rangle$ ; dove  $U$  è l'universo del discorso,  $Q = \{q_1, \dots, q_m\}$  l'insieme degli  $m$  attributi,  $V = \bigcup_{q \in Q} V_q$  è l'insieme dei domini degli attributi e  $f: U \times Q \rightarrow V$  una funzione di informazione tale che  $f(x, q) \in V_q$  per ogni  $q \in Q$  e  $x \in U$  con  $x$  elemento dell'universo del discorso<sup>70</sup>. Ogni oggetto presente nell'universo verrà, dunque, descritto da un vettore  $Des_Q(x) = [f(x, q_1), \dots, f(x, q_m)]$  chiamato per l'appunto descrizione (*description*) di  $x$  (vedi figura 2.2)

		ATTRIBUTI			
		$q_1$	$q_2$	▪ ▪ ▪	$q_n$
OGGETTI	$x_1$	$f(x_1, q_1)$			
	$x_2$				
	▪				
	▪				
	$x_n$				

Grafico 2.2 - Tabella delle informazioni.

La relazione di indiscernibilità fra gli elementi presenti nell'universo è esprimibile come:

<sup>70</sup> La funzione di informazione non è altro che una funzione che assegna ad ogni elemento dell'universo uno stato dell'attributo scelto all'interno del suo dominio. Tale processo può essere di natura quantitativa, derivato da una misurazione fisica, o rappresentare un assegnazione di carattere qualitativo. Nel caso quantitativo ed in presenza di un attributo descritto da una variabile continua vi è la necessità di pervenire ad una sua discretizzazione. Tale processo porta con se una possibile dipendenza dei risultati ottenuti dalla discretizzazione adottata.

$$I_p = \{(x, y) \in U \times U : f(x, q) = f(y, q), q \in P\} \quad (2.9)$$

dove  $P$  indica un qualunque sottoinsieme di  $Q$ . Tale relazione, in termini matematici, non è altro che una relazione di equivalenza avente importanti proprietà: riflessività, simmetricità e transitività. Dato un sottoinsieme  $X$  dell'universo del discorso, l'approssimazione inferiore e superiore sono definite dalle seguenti relazioni:

$$\underline{P}(X) = \{x \in U : I_p(x) \subseteq X\} \quad (2.10)$$

$$\overline{P}(X) = \{x \in U : I_p(x) \cap X \neq \emptyset\} \quad (2.11)$$

ovvero l'approssimazione inferiore  $\underline{P}$  si compone di tutti e solo quegli oggetti che appartengono alle classi di equivalenza generate dalla relazione di indiscernibilità contenute in  $X$ . L'approssimazione superiore  $\overline{P}$ , invece, comprende tutti e solo quegli oggetti che appartengono alle classi di equivalenza che contengono almeno un oggetto appartenente ad  $X$ . La frontiera è definita dalla differenza di questi due insiemi:

$$BN_p(X) = \overline{P}(X) - \underline{P}(X) \quad (2.12)$$

essa è composta dagli elementi che non possono essere classificati con certezza come appartenenti o meno ad  $X$ , usando l'informazione disponibile. Se non esistono oggetti nella frontiera, ovvero se l'insieme frontiera coincide con l'insieme vuoto, allora l'insieme  $X$  viene definito come insieme ordinario (esatto) e può essere descritto in modo certo come unione di classi di equivalenza. Se, invece, l'insieme frontiera è non vuoto allora l'insieme  $X$  è definito come un insieme approssimato caratterizzato dagli insiemi  $\underline{P}$  e  $\overline{P}$ . Il *rough set* non sono altro che la famiglia di tutti gli insiemi  $X \subseteq U$  aventi le stesse approssimazioni superiori ed inferiori.

Lo scopo principale della teoria dei rough set è, dunque, l'approssimazione di sottoinsiemi o partizioni dell'insieme  $U$  tramite insiemi costruiti sulla base delle informazioni disponibili su di esso. Al fine di fornire degli indici capaci di descrivere l'accuratezza e la qualità dell'approssimazione fornita dal metodo sono definiti i seguenti rapporti:

$$\alpha_p(X) = \frac{|\underline{P}(X)|}{|\overline{P}(X)|} \quad (2.13)$$

$$\gamma_p(X) = \frac{|\underline{P}(X)|}{|X|} \quad (2.14)$$

$$\mu_X^P(x) = \frac{|X \cap I_P(x)|}{|I_P(x)|} \quad (2.15)$$

dove  $\alpha_P$  fornisce l'accuratezza (*accuracy*) dell'approssimazione ovvero il rapporto fra il numero di oggetti (rappresentato dalla cardinalità) assegnati con certezza all'insieme  $X$  e quello degli oggetti che possono appartenere all'insieme  $X$  ;  $\gamma_P$  fornisce la qualità dell'approssimazione (*quality of the approximation*) come rapporto fra il numero di oggetti assegnati con certezza ad  $X$  rispetto al numero totale di oggetti presenti in  $X$  ; e  $\mu_X^P$  rappresenta una funzione di appartenenza (*rough membership function*) che per un particolare oggetto  $x$  indica il grado di credibilità (*degree of certainty*) della sua appartenenza al sottoinsieme  $X$  .

Un risultato importante dell'applicazione della teoria a fini pratici è la possibilità di individuare i rapporti di dipendenza fra gli attributi al fine di individuare quelli superflui all'approssimazione dell'insieme  $X$  . È, infatti, possibile determinare dato un sottoinsieme degli attributi  $P \subseteq Q$  il sottoinsieme ridotto (*reduct*) di attributi  $P' \subseteq P$  che permette di mantenere inalterata la qualità dell'approssimazione, ovvero  $\gamma_{P'} = \gamma_P$  . Potendo esistere più ridotti per lo stesso insieme  $P$  si definisce nucleo (*core*) l'intersezione di tutti gli insiemi ridotti. Quest'ultimo costituisce il più importante sottoinsieme di attributi utili alla descrizione del fenomeno poiché ogni sua eventuale riduzione comporterebbe inevitabilmente una riduzione della qualità dell'approssimazione.

Se, all'interno di una tabella delle informazioni, si instaura una distinzione degli attributi  $Q$  fra un insieme di attributi condizionali  $C$  ed uno o più attributi decisionali  $D$  allora si ottiene una tabella di decisione (*decision table*). L'attributo decisionale impone una partizione su l'universo  $U$  , tramite relazioni di indiscernibilità  $I_D$  , in classi di decisione (*decision classes*) che risultano indipendenti dagli attributi condizionali presenti in  $C$  . Lo scopo è quello di evidenziare le relazioni di dipendenza fra attributi condizionali e decisionali, ciò si ottiene attraverso regole decisionali (*decision rules*) che, in via generica, assumono la forma seguente:

$$\text{if } f(x, c_1) = r_{c_1} \text{ and } \dots \text{ and } f(x, c_p) = r_{c_p} \text{ then } x \in D_1 \text{ or } \dots \text{ or } x \in D_k \quad (2.16)$$

se la conseguenza risulta determinata da un'approssimazione inferiore di una classe di

decisione, allora si può assegnare con certezza, sulla base delle informazioni disponibili ad un dato oggetto un'univoca classe di decisione, in questo caso la regola si dice certa (*certain decision rules*). Se la regola deriva dall'approssimazione superiore della classe di decisione allora la regola si dice possibile (*possible decision rules*) in quanto non si può essere certi dell'assegnazione ad una determinata classe di decisione. Se, infine, la regola deriva dalla frontiera allora si dice approssimata o ambigua in quanto uno stesso oggetto può essere assegnato a diverse classi di decisione. Allo scopo di fornire degli indici utili alla valutazione dell'importanza delle regole e della loro capacità di risultare efficaci al fine della classificazione di altri oggetti sono introdotti tre diversi indici:

il supporto (*support*), ovvero il numero di oggetti  $x \in U$  che soddisfano sia la parte condizionale sia quella decisionale della regola, fornisce una misura dell'"estensione" della relazione osservata;

il grado di copertura della regola (*cover*), ovvero il numero di oggetti che soddisfano la parte condizionale della regola sia quella decisionale della regola sul numero degli oggetti che ne soddisfano la sola parte condizionale, fornisce una misura della capacità della relazione di spiegare i fenomeni osservati;

la forza della regola (*strength*) ovvero il numero di oggetti che soddisfano la parte condizionale della regola sia quella decisionale della regola sul numero totale degli oggetti presenti nell'universo di riferimento, fornisce la "rappresentatività" della relazione osservata.

Il metodo rough set ha trovato molteplici applicazioni come supporto alla decisione in diversi casi pratici. In particolare, per quelli in cui si richiede di individuare la corretta assegnazione di un insieme di oggetti, descritti da un certo insieme di attributi, rispetto ad una o più categorie predefinite, ovvero quello che, nella letteratura della teoria delle decisioni, viene definito come classificazione multiattributo.<sup>71</sup>

Al fine di fornire una prima esemplificazione della teoria dei rough set e della sua possibile applicazione in campo estimativo si introduce un esempio. Si supponga di avere a disposizione un campione di trenta beni immobiliari di cui sono noti: la

---

<sup>71</sup> Esempi di applicazioni della teoria del rough set sono stati proposti per il supporto alla diagnosi medica, al rating finanziario, alle indagini di marketing, al data mining. Per una disamina delle applicazioni in vari campi pratici si rimanda a Pawlak (op. cit.).

superficie commerciale, l'anno di costruzione ed il prezzo di compravendita (tabella 2.5).

Tabella 2.5: Esempio di utilizzo della rough set theory a fini estimativi. Esempio di tabella delle informazioni e della tabella discretizzata.

CASO	TABELLA DELLE INFORMAZIONI			TABELLA DISCRETIZZATA		
	SUPERFICE (mq)	ANNO COSTRUZIONE (anno)	VALORE (€ x 1.000)	CLASSE DI SUPERFICIE	CLASSE ANNO DI COSTRUZIONE	CLASSE DI VALORE
1	87	1961	101	1	1	2
2	88	1962	108	2	1	2
3	88	1984	116	2	1	2
4	96	1969	124	3	1	5
5	89	1951	125	4	1	2
6	93	1960	130	1	2	4
7	96	1963	131	1	2	1
8	104	1958	132	1	2	1
9	93	1953	138	3	2	2
10	92	1981	144	3	2	2
11	101	1962	144	4	2	3
12	93	1998	153	3	3	5
13	99	1984	155	3	3	4
14	102	1980	159	3	3	4
15	100	1980	164	4	3	4
16	105	1980	164	4	3	4
17	89	1961	167	4	3	3
18	104	1978	167	6	3	5
19	97	1974	173	1	4	1
20	119	1987	176	2	4	3
21	115	1993	189	3	4	3
22	97	1975	192	4	4	5
23	96	2004	193	7	4	4
24	100	2002	196	2	5	3
25	98	2009	203	4	5	5
26	101	1987	207	6	5	5
27	102	1992	213	3	6	5
28	100	1958	218	3	6	5
29	112	1979	226	3	6	5
30	101	2009	238	4	6	5

Attraverso un processo di discretizzazione si individuano i granuli di conoscenza derivanti dagli attributi condizionali, superficie e anno di costruzione, insieme alle classi di decisione identificato dal valore. In altre parole si individuano quegli immobili fra loro simili, a parità di altre caratteristiche, rispetto alla superficie e all'anno di costruzione cercando di individuare i rapporti di causa-effetto rispetto al valore dell'immobile (tabella 2.6).

Tabella 2.6: Esempificazione dei granuli di conoscenza per ogni sottoinsieme di attributi condizionali.

Attributo Condizionali C	SUPERFICE	1	2	3	4	6	7
Attributo decisionale D	VALORE	2 4 1 1 1	2 2 3 3 5	2 2 5 4 4 3 5 5 5	2 3 4 4 3 5 5 5 5	5 4	4

Attributi Condizionali C	ANNO COSTRUZ.	1	2	3	4	5	6
Attributo decisionale D	VALORE	2 2 2 5 2 4 1 1 2 2 3	5 4 4 4 4 3 5 1	3 3 5 4 3 5 5 5 5 5	5	5	5

Attributi Condizionali C	SUPERFICE	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	6	6	7
	ANNO COSTRUZ.	1	2	4	1	4	5	1	2	3	4	6	1	2	3	4	5	6	3	5
Attributo decisionale D	VALORE	2 4 1 1 1	2 2 3 3 5	2 2 5 4 4 3 5 5 5	2 3 4 4 3 5 5 5 5	4 4 3 5 5 5 5 5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

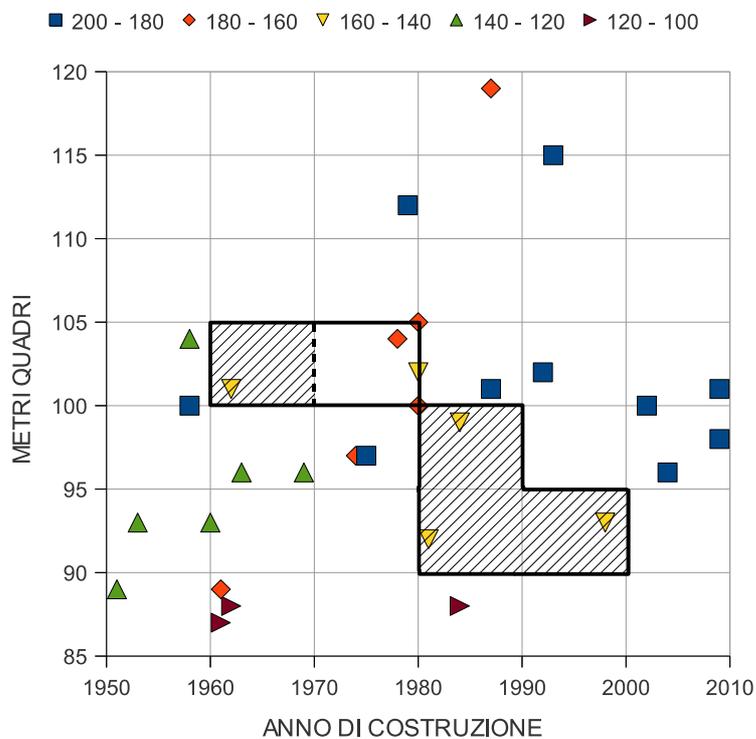
Date le informazioni in possesso è possibile ricavare delle regole decisionali che permettono di esemplificare le relazioni di causa ed effetto fra attributi condizionali e decisionali. Un esempio di regola decisionale è rappresentata dalla seguente relazione:

$$\text{if ANNO COSTRUZIONE} = 6 \text{ then VALORE} = 5 \quad (2.17)$$

ovvero indica che immobili costruiti successivamente all'anno 2000 presentano un valore compreso fra 180 e 200 mila euro. La regola è certa in quanto derivata dall'approssimazione inferiore della classe di valore compresa fra 180 e 200 mila euro

per il sottoinsieme di attributi condizionali costituito dall'anno di costruzione. Inoltre, è supportata da quattro immobili e riesce a spiegare il 50% dei casi che presentano quel grado di valore.

Volendo rappresentarsi in forma grafica si osserva come il rough set impone una partizione dello spazio delle informazioni in insiemi indiscernibili, che, nel caso di due attributi, equivalgono ad un reticolo a maglia ortogonale in cui ogni cella rappresenta una classe di indiscernibilità (grafico 2.3). Tale reticolo si sovrappone alle classi di decisione, rappresentate nel grafico da simboli di forme e colore diversi, permettendo di individuare le approssimazioni inferiori e superiori sulla quali si baseranno le regole.



*Grafico 2.3: Partizione dello spazio delle informazioni secondo le relazioni di indiscernibilità. Approssimazione superiore (contorno nero) e inferiore (retino) per gli immobili appartenenti alla classe di valore fra 140 e 160 mila euro.*

Dall'esempio si può evincere come la teoria dei rough set fornisca uno strumento di analisi di quell'atto fondamentale che costituisce dal punto di vista logico il fondamento del giudizio di stima. Ovvero, parafrasando il Famularo, quello del riconoscimento dell'appartenenza di un bene da stimare ad una delle classi formate, con beni analoghi

di valore noto, sulla base di attributi comuni a tutti i beni logicamente arbitrari ma praticamente da scegliersi in rapporto alle circostanze di fatto.

L'applicazione in campo estimativo della teoria rough set è stata proposta per la prima volta da d'Amato. Nella sua prima versione il metodo veniva indicato per la soluzione di quesiti estimativi similmente a quanto introdotto nell'esempio precedente (d'Amato, 2002). In un secondo lavoro l'autore al fine di rendere le regole maggiormente flessibili, rispetto alla rigida (*crisp*) relazione dell'approccio classico, propone l'utilizzo di un'estensione del CRSA la *value tolerance relation*<sup>72</sup> (d'Amato, 2004). Ulteriori approfondimenti del metodo portano l'autore a proporlo come strumento di stima automatizzato utile ai fini del *mass appraisal* ovvero alla stima di un notevole numero di beni immobiliari caratterizzati da un discreto grado di omogeneità (d'Amato, 2007).

La teoria dei rough set nel suo approccio classico, al di là dei suoi affinamenti per rendere i rapporti causa effetto più flessibili rispetto alla qualità delle informazioni in possesso, presenta il limite di non tenere in considerazione pienamente le informazioni contenute nella tabella delle informazioni. Infatti, il procedimento non permette di tenere in giusta considerazione i rapporti di preferenza che il decisore può esprimere sia riguardo agli attributi condizionali sia rispetto a quelli decisionali. Questo perché, basandosi sulla relazione di indiscernibilità, due oggetti aventi diverse caratteristiche verranno considerati appartenenti a classi distinte ma nulla viene espresso rispetto alla diversa importanza attribuita dal decisore a queste classi. I rapporti di preferenza espressi dal decisore comportano l'instaurarsi di una relazione d'ordine fra le classi che descrivono gli attributi<sup>73</sup>. Tale relazione è particolarmente significativa nel supporto alla decisione in molti casi pratici<sup>74</sup>. Soprattutto nei problemi di carattere estimativo, ad

72 La *value tolerance relation* viene introdotta da Stefanowski e Tsoukiàs (1999) come metodo adatto a classificare gli oggetti non in base ad una relazione certa, come nel CRSA, ma sfuocata tramite l'uso di funzioni di appartenenza descritte dalla seguente relazione:

$$R_j(x, j) = \frac{\max(0, \min(c_j(x), c_j(y)) + k - \max(c_j(x), c_j(y)))}{k}$$

73 Gli attributi ordinati secondo un rapporto di preferenza sono definiti, dalla letteratura in tema di analisi multicriteriale, col nome di criteri. Tale termine verrà utilizzato d'ora in avanti.

74 Nella letteratura di riferimento viene spesso presentato il caso della valutazione del rischio di default per la concessione di crediti alle aziende. Infatti, preso a riferimento l'attributo *debt ratio* (rapporto fra il debito e il totale dell'attivo di bilancio) una azienda può presentare un valore modesto mentre

esempio, quando, in presenza di di due beni immobili di diversa superficie e simili per altre caratteristiche, ci si aspetta che il bene con una superficie maggiore sia preferito rispetto a quello con superficie minore e che dunque presenti un valore maggiore. Di seguito verrà, quindi, presentata l'evoluzione teorica dell'approccio rough set che permette di tenere in debita considerazione le relazioni d'ordine espresse dai criteri con il fine della sua applicazione come supporto alla formulazione del giudizio di stima.

### 2.6.2 La teoria rough set basata sui rapporti di dominanza (DRSA)

Il nuovo approccio alla teoria dei rough set che integra al suo interno i rapporti di preferenza espressi dal decisore viene introdotto da Greco et al. (1997; 1999; 2001). L'assunzione posta alla base del nuovo approccio è la sostituzione della relazione di indiscernibilità con la relazione di dominanza. In base a tale principio, dunque, se un bene  $a$  presenta almeno la stessa prestazione, relativamente ai criteri condizionali<sup>75</sup>, rispetto ad un bene  $b$  allora dovrà venire classificato almeno alla medesima classe decisionale di  $b$ . La formula generica delle regole decisionali prodotte dall'approccio rough set classico (formula 2.16) viene, quindi, modificata assumendo la seguente forma:

$$\begin{aligned} \text{if } f(x, c_1) \geq r_{c1} \text{ and } \dots \text{ and } f(x, c_p) \geq r_{cp} \text{ then} \\ x \geq D_1 \supseteq \text{ or } \dots \text{ or } x \geq D_k \supseteq \end{aligned} \quad (2.18)$$

I vantaggi introdotti dall'utilizzo della relazione di dominanza possono essere compresi ricorrendo ad una rappresentazione grafica. Considerando, a titolo di esempio, due criteri condizionali  $x$  e  $y$  con un ordine di preferenza crescente<sup>76</sup> e due oggetti  $A$  e  $B$  si osserva come la relazione di dominanza imponga una partizione dello spazio in nove settori (grafico 2.10). Ognuno di questi settori rappresenta la relazione attesa fra criteri condizionali e criterio decisionale nel rispetto del principio della

---

un'altra un valore molto elevato. L'approccio rough set classico fa emergere la semplice differenza fra le due azienda senza individuare la preferenza che chiaramente viene assegnata ad un basso valore di questo criterio al fine della valutazione del rischio di default.

75 Ovvero presenti caratteristiche tutt'al più equivalenti rispetto a tutti i criteri condizionali eccetto una per cui presenti caratteristiche migliori.

76 Nel caso estimativo si può supporre, ad esempio, che tali criteri rappresentino la superficie e l'anno di costruzione dell'immobile.

dominanza. In altre parole, ci si attende che un oggetto  $C$  che, per le sue caratteristiche, trovi collocazione all'interno di uno di questi settori presenti un valore dell'attributo decisionale che rispetti le relazioni emerse fra gli oggetti  $A$  e  $B$ .

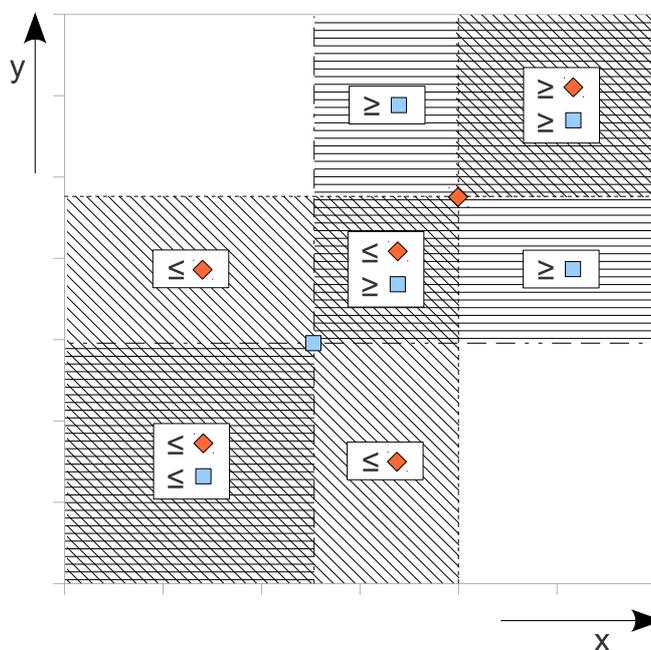


Grafico 2.4 - Partizione dello spazio imposto dalla relazione di dominanza fra due oggetti  $A$  (quadrato) e  $B$  (rombo) secondo i criteri  $x$  e  $y$ .

Da un punto di vista dell'applicazione estimativa, dunque, il nuovo approccio può presentare dei vantaggi rispetto all'approccio classico. Questo poiché l'atto sintetico della comparazione estimativa si fonda non solo sulla relazione di indiscernibilità ma anche sull'ordine che sussiste fra le classi. Il procedimento sintetico si basa, infatti, sulla costruzione di una relazione d'ordine fra i beni analoghi a partire dai criteri, presi come basi di confronto ed elementi ordinatori, in modo da formare la cosiddetta scala dei prezzi noti. Una volta stabilita tale scala il bene oggetto di stima verrà assegnato ad una delle classi di questa scala ordinata. È, dunque, chiaro come l'aspetto della dominanza, ovvero dell'ordine, risulti utile al fine del giudizio di stima ampliando le informazioni desumibili dalla relazione di indiscernibilità. L'approccio rough set basato sulla dominanza permette, inoltre, di non dovere per forza lavorare per classi, la cui definizione rimane legata alla soggettività dell'estimatore, permettendo quindi di valutare i criteri senza modificarne la scala di misura.

Dal punto di vista teorico l'approccio rough set basato sul principio della dominanza, o *dominance-based rough set approach (DRSA)*, viene introdotto per permettere di migliorare la qualità della classificazione dell'approccio classico. In particolare, per cogliere le informazioni riguardanti gli ordini di preferenza e, quindi, spiegare le eventuali inconsistenze generate dalle relazioni di indiscernibilità in presenza anche di un solo criterio tra gli attributi. Il principio di dominanza impone, quindi, una revisione del metodo classico. Dal punto di vista dei criteri condizionali l'approccio fa riferimento alle seguenti relazioni:

$$D_C^+(x) = \{y \in U : y D_P x\} \quad (2.19)$$

$$D_C^-(x) = \{y \in U : x D_P y\} \quad (2.20)$$

queste corrispondono ai cosiddetti coni positivi e negativi di dominanza. In altre parole per ogni oggetto  $x$  si individua l'insieme degli oggetti  $y$  che presentano, rispetto ai criteri condizionali  $C$ , almeno le stesse caratteristiche o superiori ovvero l'insieme degli oggetti  $y$  che dominano il bene  $x$  (2.19). Insieme agli oggetti  $y$  che presentano tutt'al più le stesse caratteristiche dell'oggetto  $x$  o inferiori ovvero l'insieme dei beni  $y$  che sono dominati dal bene  $x$  (grafico 2.5).

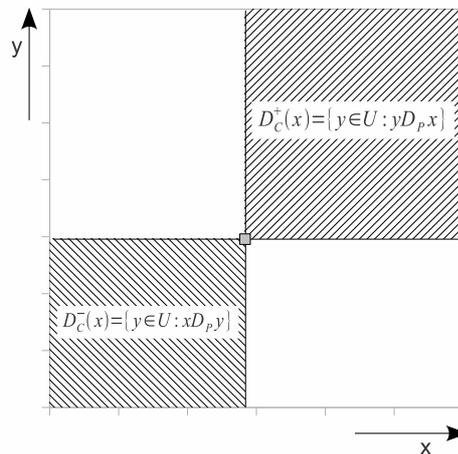


Grafico 2.5 - Coni positivi e negativi di dominanza rispetto ad un oggetto  $x$ .

Dal punto di vista dei criteri decisionali le relazioni risultano simili:

$$Cl_D^{\geq x} = \{y \in U : y D_D x\} \quad (2.21)$$

$$Cl_D^{\leq x} = \{y \in U : x D_D y\} \quad (2.22)$$

dove:  $Cl_D^{\geq x}$  rappresenta la *upward union of classes* ovvero l'insieme degli oggetti  $y$  i quali presenteranno almeno la stessa classe decisionale dell'oggetto  $x$  od una superiore, mentre  $Cl_D^{\leq x}$  è la *downward union of classes* ovvero l'insieme degli oggetti  $y$  i quali presenteranno tutt'al più la stessa classe decisionale dell'oggetto  $x$  od una inferiore. Nel caso in cui il criterio decisionale ripartisca l'universo  $U$  in un insieme finito di classi ordinate allora l'unione delle classi *upward* e *downward* può essere riassunta dalle seguenti espressioni:

$$Cl_t^{\geq} = \bigcup_{s \geq t} Cl_s \quad (2.23)$$

$$Cl_t^{\leq} = \bigcup_{s \leq t} Cl_s \quad (2.24)$$

dove l'unione  $Cl_t^{\geq}$  comprende gli oggetti che appartengono alla classe  $Cl_t$  o ad una di livello superiore, mentre  $Cl_t^{\leq}$  contiene degli oggetti che appartengono alla classe  $Cl_t$  o ad una di livello inferiore.

Come nell'approccio classico, l'obiettivo del metodo è quello di giungere ad un'approssimazione delle unioni delle classi decisionali attraverso gli insiemi, ovvero i granuli, costruiti sulla base dei criteri condizionali. Nel DRSA i granuli corrispondono ai coni di dominanza positivi e negativi descritti dalle relazioni 2.19 e 2.20. Le approssimazioni inferiori e superiori assumeranno, dunque, la seguente forma rispettivamente per le unioni superiori:

$$\underline{P}(Cl_t^{\geq}) = \{x \in U : D_C^+ \subseteq Cl_t^{\geq}\} \quad (2.25)$$

$$\overline{P}(Cl_t^{\geq}) = \{x \in U : D_C^- \cap Cl_t^{\geq} \neq \emptyset\} \quad (2.26)$$

e per le unioni inferiori:

$$\underline{P}(Cl_t^{\leq}) = \{x \in U : D_C^- \subseteq Cl_t^{\leq}\} \quad (2.27)$$

$$\overline{P}(Cl_t^{\leq}) = \{x \in U : D_C^+ \cap Cl_t^{\leq} \neq \emptyset\} \quad (2.28)$$

Analogamente all'approccio classico gli elementi delle approssimazioni inferiori delle unioni delle classi di decisione supporteranno regole certe, quelli appartenenti alle approssimazioni superiori le regole possibili mentre gli oggetti appartenenti alla frontiera le regole incerte. In particolare, si potranno avere cinque casi possibili:

- regole certe derivanti dalle unioni superiori  $Cl_t^{\geq}$  che consentono di ordinare

gli oggetti indicando il limite inferiore dell'ordinamento con relazioni del tipo:

$$\text{if } x_{c1} \geq r_{c1} \text{ and } \dots \text{ and } x_{cp} \geq r_{cp} \text{ then } x \in Cl_t^{\geq} \quad (2.29)$$

- regole certe derivanti dalle unioni inferiori  $Cl_t^{\leq}$  che consentono di ordinare gli oggetti indicando il limite superiore dell'ordinamento con relazioni del tipo:

$$\text{if } x_{c1} \leq r_{c1} \text{ and } \dots \text{ and } x_{cp} \leq r_{cp} \text{ then } x \in Cl_t^{\leq} \quad (2.30)$$

- regole possibili derivanti dalle unioni superiori  $Cl_t^{\geq}$  che assegnano con ambiguità il limite inferiore:

$$\text{if } x_{c1} \geq r_{c1} \text{ and } \dots \text{ and } x_{cp} \geq r_{cp} \text{ then } x \text{ possibly belongs to } Cl_t^{\geq} \quad (2.31)$$

- regole possibili derivanti dalle unioni inferiori  $Cl_t^{\leq}$  che assegnano con ambiguità il limite superiore:

$$\text{if } x_{c1} \leq r_{c1} \text{ and } \dots \text{ and } x_{cp} \leq r_{cp} \text{ then } x \text{ possibly belongs to } Cl_t^{\leq} \quad (2.32)$$

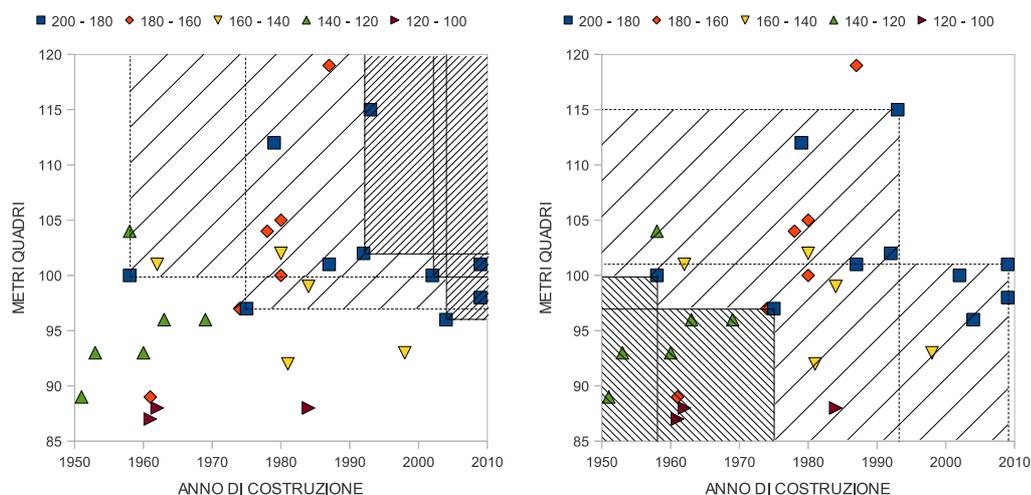
- regole approssimate derivante i dalle frontiere delle unioni superiori ed inferiori con regole del tipo:

$$\text{if } x_{c1} \geq r_{c1} \text{ and } \dots \text{ and } x_{cp} \leq r_{cp} \text{ then } x \in Cl_s \cup Cl_{s+1} \cup \dots \cup Cl_t \quad (2.33)$$

Il set delle regole decisionali indotte dalle approssimazioni definite dalle relazioni di dominanza danno, in generale, una rappresentazione più sintetica dell'informazione contenuta nella tabella di decisione rispetto all'approccio classico, utilizzando un numero minori di criteri condizionali e generando un numero minore di regole. Inoltre, permette di prescindere dalla discretizzazione in classi dei criteri descritti da variabili continue fornendo, nel complesso, una maggiore comprensione del fenomeno analizzato limitando in parte la soggettività dovuta alla discretizzazione degli attributi continui richiesta dall'approccio classico.

Alla luce dell'esposizione teorica del metodo DRSA fin qui proposta è possibile tornare all'esempio proposto nel paragrafo precedente (2.6.1) allo scopo di fornire un esempio di applicazione del metodo al campo estimativo.

## 2.6.2 La teoria rough set basata sui rapporti di dominanza (DRSA)



*Grafico 2.6 - A sinistra approssimazione inferiore e superiore dell'unione delle classi superiori per oggetti aventi un valore compreso fra 180 e 200 mila euro. A destra approssimazione inferiore e superiore per l'unione inferiore delle stesse classi di beni.*

Si osserva come la partizione dello spazio imposta dal metodo DRSA (grafico 2.6) presenti delle caratteristiche differenti rispetto a quella proposta dall'approccio classico (grafico 2.3). In particolare, il metodo DRSA non necessita di una preventiva operazione di suddivisione dei criteri condizionali e decisionali in classi di indiscernibilità considerando, dunque, ogni oggetto per il contenuto informativo ad esso collegato. La relazione di dominanza permette, inoltre, di descrivere le approssimazioni inferiori e superiori mediante l'unione dei coni positivi e negativi di dominanza. Il metodo DRSA è, dunque, capace di produrre un maggior numero di regole rispetto all'approccio classico e più flessibili, poiché non più legate alla definizione delle classi di indiscernibilità. Tali regole (tabella 2.8) permettono di aumentare il numero di informazioni utili all'estimatore al fine della costruzione della scala dei prezzi in cui un bene di caratteristiche note ma di valore ignoto dovrà essere opportunamente collocato.

Le regole estratte dal procedimento DRSA assumono una doppia utilità per l'estimatore. Da una parte forniscono un valido ausilio per la lettura e la comprensione delle informazioni contenute nel campione di riferimento, ad esempio, individuando caratteristiche particolarmente significative o la presenza di segmentazioni del mercato. Ciò si ottiene senza imporre forti assunzioni di base<sup>77</sup> se non il rapporto di

<sup>77</sup> Come la presenza di particolari regolarità nelle distribuzioni di frequenza degli attributi richiesta dai metodi statistici oppure come la scelta di funzioni di distanza per la discretizzazione dei dati nei metodi di data mining.

dominanza nei criteri. Dall'altra parte le regole risultano utili come aiuto per la classificazione di un bene di caratteristiche note e di valore ignoto all'interno della scala dei valori costruita sulla base delle informazioni a disposizione. L'uso combinato delle regole *at least* ed *at most* permette di approssimare l'intervallo al cui interno può essere collocato il valore di stima. Ciò può non bastare per concludere in sé il giudizio di stima in quanto si possono ottenere delle informazioni discordi<sup>78</sup> oppure un intervallo di valori troppo ampio. Anche in tali situazioni limite non viene del tutto meno l'utilità dell'approccio in quanto, nel primo caso, segnalano all'estimatore la presenza di informazioni discordanti che meritano un approfondimento maggiore, come la presenza all'interno del campione di immobili atipici oppure la mancata considerazione di un criterio influente sul valore. Nel secondo caso possono permettere di selezionare dal campione un sottoinsieme di immobili con caratteristiche simili all'immobile da stimare riservando la soluzione del quesito estimativo ad una specifica riflessione con procedimenti alternativi; oppure segnalano la necessità di integrare le informazioni in possesso.

Tornando all'esempio, si supponga di dover stimare un immobile avente una superficie di 95 mq e costruito nell'anno 1985. Le regole, individuate mediante il metodo DRSA, che indicano il minimo intervallo di valore sono le seguenti:

$$\text{if } x \geq 92 \text{mq and } x \geq 1981 \text{AC then Valore} \geq 144.000 \text{€} \quad (2.34)$$

$$\text{if } x \leq 96 \text{mq then Valore} \leq 193.000 \text{€} \quad (2.35)$$

Le regole indicano l'intervallo di valore in cui, nel rispetto del principio di dominanza ed in base alle informazioni disponibili, il valore dell'oggetto da stimare dovrebbe collocarsi. Inoltre, individuano il sottoinsieme di casi, fra quelli in possesso, più simili o comparabili rispetto al bene da stimare. Questo sottoinsieme è composto, per definizione, dai due immobili che generano le regole e, nel caso preso in esame, da un terzo immobile (tabella 2.7). L'analisi del sottoinsieme individuato permette di focalizzare ulteriormente l'attenzione al fine della soluzione del quesito estimativo. L'inserimento dell'immobile all'interno della scala dei valori può essere, infatti, svolto sulla base di questo sottocampione ridotto e maggiormente omogeneo. La soluzione per via sintetico-comparativa del giudizio di stima viene, quindi, circoscritta e resa

---

<sup>78</sup> L'oggetto da stimare, infatti, può soddisfare contemporaneamente regole *at least* (*at most*) indicanti un valore superiore (inferiore) di quello indicato dalle regole *at most* (*at least*).

maggiormente agevole. Seguendo l'esempio proposto si può, ad esempio, concludere che data la ridotta differenza fra l'immobile oggetto di stima e gli immobili comparabili per il criterio "Superficie" rispetto criterio "Anno di Costruzione", quest'ultimo sia da considerarsi il più rilevante al fine dell'inserimento nella scala dei prezzi. L'immobile da stimare potrà, dunque, essere collocato nell'intervallo di valori costituito dal primo e dal secondo immobile assumendo, quindi, un valore compreso fra i 144.000 euro ed i 153.000 euro.

Tabella 2.7 - Sottoinsieme del campione di riferimento contenente i beni più simili rispetto al bene immobiliare da stimare secondo le regole 2.34 e 2.35

SUPERFICE (mq)	ANNO COSTRUZIONE (anno)	VALORE (€ x 1.000)
92	1981	144
93	1998	153
96	2004	193

Tabella 2.8 - Insieme delle regole at least - at most estratte dall'esempio riportato tramite l'approccio DRSA. Nella tabella è riportata la parte condizionale e decisionale insieme al support, lo strength ed il coverage.

TIPO REGOLA	IF...	THEN...	SUPPORT	STRENGTH	COVERAGE
AT LEAST	x >= 87 MQ	V >= 101	30	100,0%	100,0%
	x >= 88 MQ	V >= 108	29	96,7%	100,0%
	x >= 96 MQ	V >= 124	21	70,0%	77,8%
	x >= 104 MQ	V >= 132	6	20,0%	26,1%
	x >= 105 MQ	V >= 164	4	13,3%	25,0%
	x >= 119 MQ	V >= 176	1	3,3%	9,1%
	x >= 1961 AC	V >= 101	25	83,3%	83,3%
	x >= 1962 AC	V >= 108	23	76,7%	79,3%
	x >= 1984 AC	V >= 116	11	36,7%	39,3%
	x >= 1998 AC	V >= 153	5	16,7%	26,3%
	x >= 2004 AC	V >= 193	3	10,0%	37,5%
	x >= 2009 AC	V >= 203	2	6,7%	33,3%
	x >= 87 MQ & x >= 1961 AC	V >= 101	25	83,3%	83,3%
	x >= 88 MQ & x >= 1962 AC	V >= 108	23	76,7%	79,3%
	x >= 88 MQ & x >= 1984 AC	V >= 116	11	36,7%	39,3%
	x >= 96 MQ & x >= 1969 AC	V >= 124	17	56,7%	63,0%
	x >= 104 MQ & x >= 1958 AC	V >= 132	6	20,0%	26,1%
	x >= 101 MQ & x >= 1962 AC	V >= 144	10	33,3%	47,6%
	x >= 92 MQ & x >= 1981 AC	V >= 144	11	36,7%	55,0%
	x >= 93 MQ & x >= 1998 AC	V >= 153	5	16,7%	26,3%
	x >= 99 MQ & x >= 1984 AC	V >= 155	7	23,3%	38,9%
	x >= 102 MQ & x >= 1980 AC	V >= 159	5	16,7%	29,4%
	x >= 105 MQ & x >= 1980 AC	V >= 164	3	10,0%	18,8%
	x >= 119 MQ & x >= 1987 AC	V >= 176	1	3,3%	9,1%
	x >= 115 MQ & x >= 1993 AC	V >= 189	1	3,3%	10,0%
	x >= 96 MQ & x >= 2004 AC	V >= 193	3	10,0%	37,5%
	x >= 100 MQ & x >= 2002 AC	V >= 196	2	6,7%	28,6%
	x >= 98 MQ & x >= 2009 AC	V >= 203	2	6,7%	33,3%
	x >= 101 MQ & x >= 2009 AC	V >= 238	1	3,3%	100,0%

AT MOST	x ≤ 87 MQ	V ≤ 101	1	3,3%	100,0%
	x ≤ 88 MQ	V ≤ 116	3	10,0%	100,0%
	x ≤ 89 MQ	V ≤ 167	5	16,7%	27,8%
	x ≤ 96 MQ	V ≤ 193	12	40,0%	52,2%
	x ≤ 98 MQ	V ≤ 203	15	50,0%	60,0%
	x ≤ 100 MQ	V ≤ 218	19	63,3%	67,9%
	x ≤ 101 MQ	V ≤ 238	22	73,3%	73,3%
	x ≤ 1951 AC	V ≤ 125	1	3,3%	20,0%
	x ≤ 1953 AC	V ≤ 138	2	6,7%	22,2%
	x ≤ 1958 AC	V ≤ 218	4	13,3%	14,3%
	x ≤ 1979 AC	V ≤ 226	15	50,0%	51,7%
	x ≤ 2009 AC	V ≤ 238	30	100,0%	100,0%
	x ≤ 87 MQ & x ≤ 1961 AC	V ≤ 101	1	3,3%	100,0%
	x ≤ 88 MQ & x ≤ 1962 AC	V ≤ 108	2	6,7%	100,0%
	x ≤ 88 MQ & x ≤ 1984 AC	V ≤ 116	3	10,0%	100,0%
	x ≤ 89 MQ & x ≤ 1951 AC	V ≤ 125	1	3,3%	20,0%
	x ≤ 93 MQ & x ≤ 1953 AC	V ≤ 138	2	6,7%	22,2%
	x ≤ 89 MQ & x ≤ 1961 AC	V ≤ 167	3	10,0%	16,7%
	x ≤ 97 MQ & x ≤ 1974 AC	V ≤ 173	9	30,0%	47,4%
	x ≤ 97 MQ & x ≤ 1975 AC	V ≤ 192	10	33,3%	45,5%
	x ≤ 96 MQ & x ≤ 2004 AC	V ≤ 193	12	40,0%	52,2%
	x ≤ 98 MQ & x ≤ 2009 AC	V ≤ 203	15	50,0%	60,0%
	x ≤ 100 MQ & x ≤ 1958 AC	V ≤ 218	3	10,0%	10,7%
	x ≤ 112 MQ & x ≤ 1979 AC	V ≤ 226	15	50,0%	51,7%
	x ≤ 101 MQ & x ≤ 2009 AC	V ≤ 238	22	73,3%	73,3%

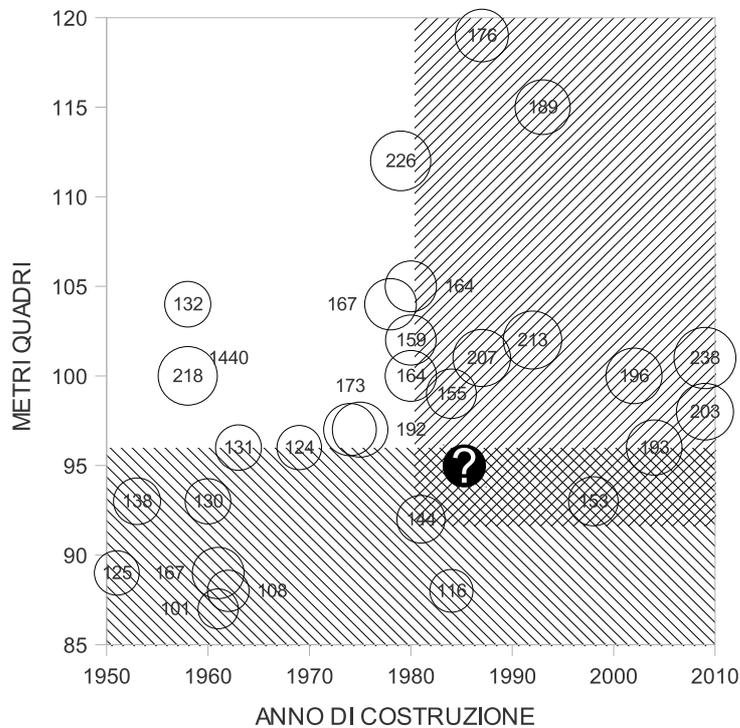


Grafico 2.7 - Rappresentazione nello spazio cartesiano delle regole 2.34 e 2.35 e dell'immobile da stimare.

Fin qui si è inteso illustrare le basi teoriche del metodo Rough Set nella sua versione classica e nella sua evoluzione basata sul principio della dominanza. L'indagine di letteratura e gli esempi introduttivi riportati illustrano le potenzialità teoriche dell'applicazione di tale metodo, in particolare del DRSA, come supporto all'estimatore per la lettura e comprensione delle informazioni raccolte e per l'assegnazione dell'immobile oggetto di stima alla classe di valore ad esso corrispondente all'interno della scala dei valori. Nel paragrafo 3.3 verrà presentata un'applicazione del metodo DRSA ad un campione reale di immobili rilevato nella città di Trieste. Lo scopo sarà quello di testarne le sue potenzialità in modo da evidenziarne pregi e limiti per il suo utilizzo in campo estimativo.

## 2.7 Il metodo UTA

### 2.7.1 L'UTA come metodo per il supporto alla decisione

Il metodo UTA (*Utilité Additive*) venne introdotto per la prima volta in letteratura da Jacquet-Lagreze e Siskos (1982). Tale metodo, basandosi sui principi assiomatici della *multiattribute utility theory* (MAUT) e sul principio della disaggregazione delle preferenze, permette di approssimare un insieme di funzioni di utilità di tipo additivo consistenti con le preferenze espresse dai decisori. Tramite l'ausilio del metodo di regressione ordinale e della tecnica della programmazione lineare è possibile, a partire dalle preferenze globali espresse da un decisore, approssimare la struttura del suo modello di preferenza, ovvero la sua funzione di utilità, con lo scopo di fornire un aiuto all'ordinamento delle diverse alternative a disposizione del decisore.

Il modello di aggregazione delle preferenze preso come riferimento nel metodo UTA è espresso da una generica funzione di utilità additiva del tipo:

$$U(g) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i) \quad (2.36)$$

soggetta ai seguenti vincoli:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n u_i(g_i^\beta) = 1 \\ u_i(g_i^\alpha) = 0 \quad \forall i=1,2,\dots,n \end{cases} \quad (2.37)$$

dove:  $u_i$  sono funzioni crescenti chiamate *marginal value function* (grafico 2.8) con  $g_i^\beta$  il massimo livello di prestazione per l'i-esimo criterio e  $g_i^\alpha$  il minimo livello di prestazione per lo stesso criterio.

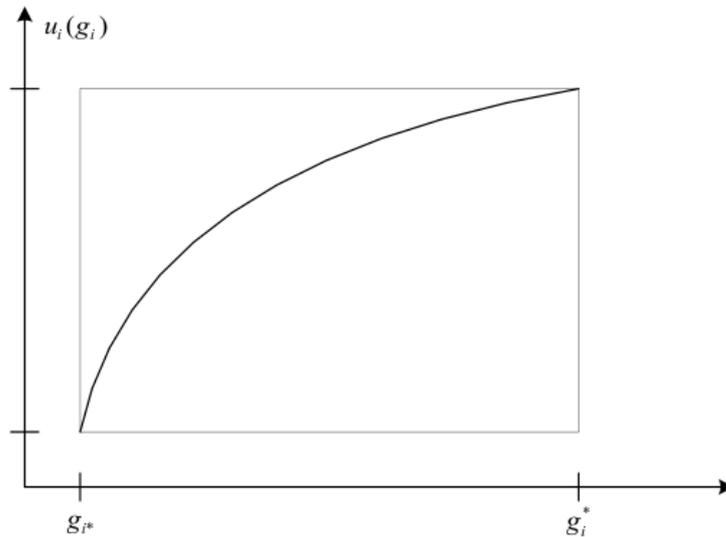


Grafico 2.8 - Esempio di marginal value function per un generico criterio. Tratto da Siskos et al. (2005).

Sia la funzione di utilità totale  $U(g)$  che quelle marginali  $u_i(g_i)$  dovranno rispettare il principio della monotonicità delle preferenze riassumibile con le seguenti condizioni:

$$\begin{cases} U[g(a)] > U[g(b)] \Leftrightarrow a P b \\ U[g(a)] = U[g(b)] \Leftrightarrow a I b \end{cases} \quad (2.38)$$

Sulla base del modello di aggregazione delle preferenze fornito dalla 2.36 e dalla 2.37 e dalle condizioni imposte sulle preferenze 2.38, l'utilità globale per ogni alternativa è valutabile secondo la seguente formula:

$$U[g(a)] = \sum_{i=1}^n u_i[g_i(a)] + \sigma(a) \quad (2.39)$$

dove:  $\sigma(a)$  rappresenta il possibile errore della valutazione. La stima delle funzioni di valore marginale  $u_i(g_i)$  necessarie alla valutazione dell'utilità globale si ottiene, per ogni criterio, grazie all'uso di una funzione approssimante lineare a tratti (vedi grafico 2.9). Per ogni criterio, l'intervallo  $[\alpha_i, \beta_i]$  viene discretizzato in intervalli ove in ognuno di essi la funzione di utilità viene calcolata mediante interpolazione secondo la seguente equazione:

$$g(a) \in [g_i^j, g_i^{j+1}] \rightarrow u_i[g_i(a)] = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} [u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)] \quad (2.40)$$

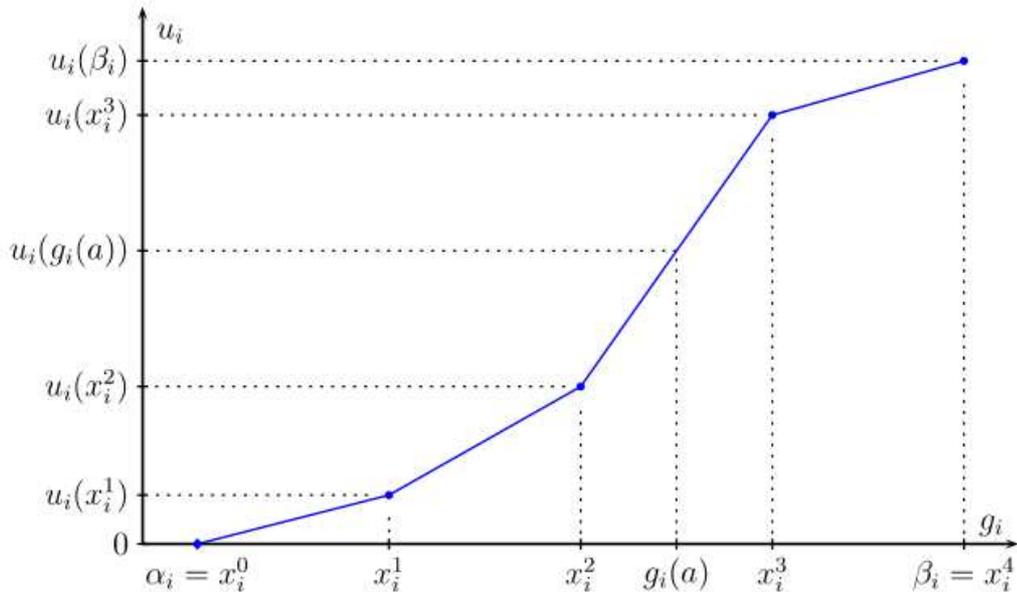


Grafico 2.9 - Funzione di valore marginale lineare a tratti. Tratta da Greco et al. (2008).

Data l'ipotesi di monotonicità delle preferenze i valori marginali corrispondenti agli estremi dei vari intervalli  $u(g_i^j), u(g_i^{j+1})$  dovranno soddisfare i seguenti vincoli:

$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq s_i \quad (2.41)$$

dove:  $s_i$  è un valore di soglia maggiore uguale di zero utile ad evitare situazioni di indifferenza dei valori marginali  $u_i(g_i^{j+1}) = u_i(g_i^j)$  nel caso vi sia una chiara preferenza nei criteri  $g_i^{j+1} P g_i^j$ .

Sulla base delle relazioni espresse dalla 2.36, 2.37, 2.39, 2.40, 2.41 è possibile giungere alla stima delle funzioni di valore marginale grazie alla soluzione di un problema di programmazione lineare (*linear programming*) così descritto:

$$\begin{cases}
 \min F = \sum \sigma \\
 \text{subject to} \\
 \sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} + \sigma(a) - \sigma(b) \geq \delta \Leftrightarrow a_k P a_{k+1} \\
 \sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} + \sigma(a) - \sigma(b) = 0 \Leftrightarrow a_k I a_{k+1} \\
 u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq s_i \\
 \sum_{i=1}^n u_i(g_i^\beta) = 1 \\
 u_i(g_i^\alpha) = 0, u_i(g_i^j) \geq 0, \sigma(a) > 0 \quad \forall i \text{ and } j
 \end{cases} \quad (2.42)$$

Variazioni al modello fin qui descritto sono state proposte negli anni<sup>79</sup> in particolare con il modello UTASTAR (Siskos e Yannacopoulos, 1985) che modifica la 2.39 introducendo una doppia funzione di errore:

$$U' [g(a)] = \sum_{i=1}^n u_i[g_i(a)] - \sigma^+(a) + \sigma^-(a) \quad (2.43)$$

Greco et al. (2008) con il metodo UTA<sup>GMS</sup> e Figueira et al. (2009) con il metodo GRIP generalizzano ulteriormente il metodo UTA prendendo in considerazione tutte le possibili funzioni di valore marginale compatibili con le preferenze espresse dal decisore, non più, quindi, la sola approssimazione lineare a tratti. Inoltre, tali metodi permettono di tenere in considerazione anche l'intensità di preferenza espressa dal decisore sia in termini globali che rispetto ai singoli criteri<sup>80</sup>.

Come verrà illustrato nel paragrafo seguente il metodo UTA può essere validamente applicato come ausilio al procedimento comparativo. Il metodo UTA permette, infatti, di fornire una soluzione al problema di algebra lineare sotteso alla schematizzazione matriciale del metodo comparativo, presentata nella 2.6, anche nei casi in cui non vi siano le condizioni per una sua soluzione analitica permettendo di integrare anche gli apriori posseduti dall'estimatore.

79 Per un approfondimento sul metodo UTA e sulla sua evoluzione si rimanda a Siskos et al. (2005).

80 Per approfondimenti si rimanda ad una recente trattazione complessiva del metodo UTA e dei suoi affinamenti prodotta da Greco et al. (2010).

## 2.7.2 Applicazioni in campo estimativo del metodo UTA

L'ipotesi di base che permette di applicare il metodo UTA al campo estimativo consiste nel considerare i beni comparabili come un insieme di alternative ed il valore come espressione della preferenza assegnata alle stesse. In quest'ottica i valori di scambio, espressi da una moltitudine di decisori che operano all'interno di un medesimo mercato, possono essere interpretati come il comportamento espresso da un ipotetico decisore che assume la forma del mercato di riferimento. Le preferenze di questo particolare decisore possono, dunque, essere modellate come un problema di analisi multicriteriale.

L'applicazione del metodo UTA come supporto alla stima immobiliare è stata proposta per la prima volta da Kettani et al. (1998). In quest'articolo viene proposta, sostanzialmente, l'applicazione del modello presentato nella 2.42 al caso della stima immobiliare senza però una specifica attenzione ai risultati estimativi del modello. Sulla base di questo primo lavoro è stato successivamente implementato un applicativo per la soluzione dei quesiti di stima nel caso di *mass appraisal* (Kettani e Khelifi, 2001). Aouni e Martel (2004) suggeriscono l'utilizzo del metodo UTA come supporto alla stima immobiliare nei casi in cui vi siano poche informazioni disponibili su recenti compravendite di immobili comparabili ed in cui i valori di offerta disponibili sul mercato riflettano parzialmente il reale valore degli immobili. Gli autori integrano, quindi, l'aspetto dell'incertezza attraverso l'uso di funzioni di soddisfazione (*satisfaction function*) di tipo fuzzy che esprimono il grado di tolleranza della stima deciso dagli estimatori. Il modello, rispetto a quello proposto da Kettani et al., ha come obiettivo la massimizzazione della funzione di soddisfazione. Gomes e Rangel (2009) propongono un'applicazione estimativa del metodo UTA-CR il quale si distingue dal metodo UTA classico per il fatto che le preferenze vengono espresse rispetto all'insieme dei criteri e non a quello delle alternative. Per tale modello, infatti, si cerca di minimizzare la differenza fra i pesi relativi assegnati ad ogni criterio dal decisore, espressi per via sintetica o attraverso l'ausilio di un altro metodo multicriteriale, e quelli calcolati dal modello UTA. L'obiettivo del metodo è quello di approssimare funzioni di utilità capaci di interpretare le preferenze espresse ed al contempo tenere in giusto conto l'importanza assegnata ai criteri dallo stesso decisore.

Le varie applicazioni del metodo UTA presentate mostrano un comune sviluppo all'interno della letteratura dell'aiuto alla decisione e alla generale disciplina della ricerca operativa. Poca attenzione a livello internazionale è stata posta nell'applicazione di tale metodo dai cultori della disciplina estimativa. Fanno eccezione da una parte un pionieristico approccio proposto da Caples et al. (1997), ripreso da Lisini e Rosato (2007), e dall'altra l'applicazione del modello UTA proposta da Manganeli e Tajani (2009). Il primo contributo propone l'utilizzo della programmazione lineare come metodo alternativo all'analisi di regressione. L'articolo dimostra come tale metodo risulti efficace nel limitare le distorsioni ingenerate nei modelli di regressione dalla presenza di dati anomali (*outliers*) e come risulti utile nella stima degli aggiustamenti permettendo all'estimatore di incorporare la sua conoscenza sotto forma di vincoli aggiuntivi al modello. Il secondo contributo evidenzia, grazie ad un'applicazione su un caso concreto, i punti a favore dell'applicazione dell'UTA in campo estimativo individuati, soprattutto, nella capacità del metodo di fare sintesi fra le indicazioni fornite dall'estimatore di carattere deduttivo, che si estrinsecano tramite vincoli sulla forma e direzione dei contributi dei singoli criteri alla formazione del valore totale, e la soluzione del problema di tipo induttivo fornita dall'applicazione della programmazione lineare.

Sebbene i lavori presentati fin'ora presentino le possibilità applicative del modello UTA al campo dell'estimo immobiliare vale sottolineare come sia opportuno approfondirne le sue potenzialità. L'indagine di letteratura evidenzia come il metodo UTA sostanzialmente viene proposto come procedimento alternativo e maggiormente flessibile al modello di regressione. Il presente lavoro intende approfondire e riformulare l'applicazione del metodo UTA proponendo un suo utilizzo come ausilio alla stima nei procedimenti *adjustment grid method* in particolare per la stima degli aggiustamenti.

La funzione di utilità totale alla base del metodo UTA, presentata nella sua forma generica dalla 2.36, presenta delle caratteristiche puramente ordinali. L'effettivo ammontare dell'utilità stimata dal modello non è di particolare rilevanza al decisore se non per il fatto di permettere un corretto ordinamento fra le alternative.

Nell'applicazione estimativa l'utilità totale stimata dal metodo è, invece, equiparata al valore dei beni immobiliari. Tale affermazione porta con sé delle implicazioni che necessitano di un riflessione specifica sull'applicazione del metodo in campo estimativo. Sulla base del modello edonico introdotto da Rosen e in difformità rispetto al modello proposto da Kettani et al. la forma della funzione di valore globale del metodo UTA (2.39) può essere riscritta nel modo seguente:

$$V(g) = \sum_{i=1}^n v_i(g_i) \cdot g_i \quad (2.44)$$

dove:  $V$  è il valore totale stimato dal modello,  $v_i(g_i)$  rappresenta il valore unitario della  $i$ -esima caratteristica mentre  $g_i$  l'ammontare della  $i$ -esima caratteristica. Data la forma funzionale proposta con la 2.44 la cosiddetta utilità marginale del metodo UTA assume, nel modello estimativo proposto, il significato di valore unitario. Tale valore unitario, per ogni intervallo in cui è stato suddiviso il campo di variazione della caratteristica  $i$ -esima, è stimato in base alla funzione lineare a tratti descritta dalla seguente funzione:

$$v_i(g_i) = a_i + b_i g_i \quad x_i^j \leq g_i < x_i^{j+1} \quad (2.45)$$

dove:  $a_i$  rappresentano i termini noti e  $b_i$  i coefficienti angolari delle rette che formano l'approssimazione lineare a tratti della funzione di valore unitario (grafico 2.10).

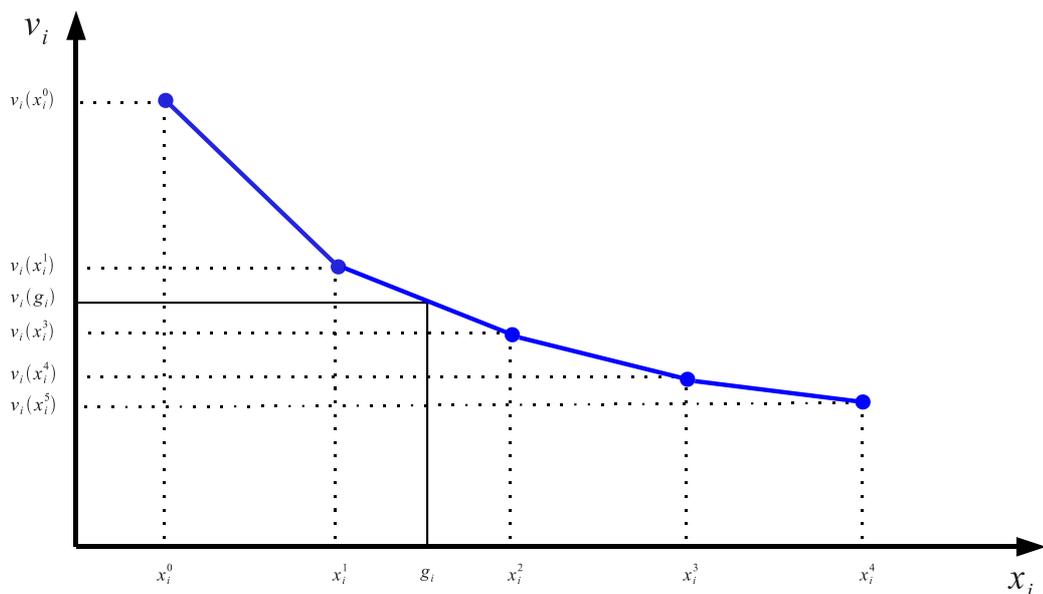


Grafico 2.10 - Generica funzione di valore unitario per la  $i$ -esima caratteristica.

La 2.44 può essere, dunque, riscritta, utilizzando la 2.45, nella seguente forma:

$$V(g) = \sum_{i=1}^n a_i g_i + b_i g_i^2 \quad x_i^j \leq g_i < x_i^{j+1} \quad (2.46)$$

Dato un campione di immobili di riferimento, la funzione di valore globale può essere definita tramite la soluzione di un problema di programmazione lineare posto nella seguente forma:

$$\begin{cases} \min \varepsilon \\ \text{subject to} \\ |p_g - V(g)| < \varepsilon \end{cases} \quad (2.47)$$

dove:  $p_g$  è il valore noto dell'immobile  $g$ -esimo presente nel campione,  $V(g)$  il valore stimato dal modello e  $\varepsilon$  il massimo errore assoluto di stima del modello<sup>81</sup>. Il problema di programmazione lineare così impostato permette di stimare i valori unitari  $v_i(x_i^j)$ , ovvero i termini noti  $a_i$  ed i coefficienti angolari  $b_i$  nei vari intervalli  $[x_i^j, x_i^{j+1}]$ . Per ogni caratteristica il modello è in grado di fornire, quindi, l'andamento del valore unitario  $v_i$  da cui è possibile esprimere il contributo della caratteristica alla formazione del valore totale  $V_i$  (grafico 2.11), insieme all'andamento della funzione di valore marginale  $v'_i$ . Il procedimento è, quindi, in grado di fornire una soluzione, alternativa alla regressione, al problema di equazioni lineari così come posto nella 2.7.

---

81 L'errore di stima può essere misurato anche in termini percentuali come rapporto fra l'errore assoluto di stima ed il prezzo osservato, ovvero:

$$\epsilon_{\%} = \frac{p_g - V(g)}{p_g} \%$$

La scelta fra le due misure di errore viene demandata all'estimatore, non si sono, infatti, riscontrate significativi differenze riguardo alla capacità predittiva al variare della modalità di misurazione adottata.

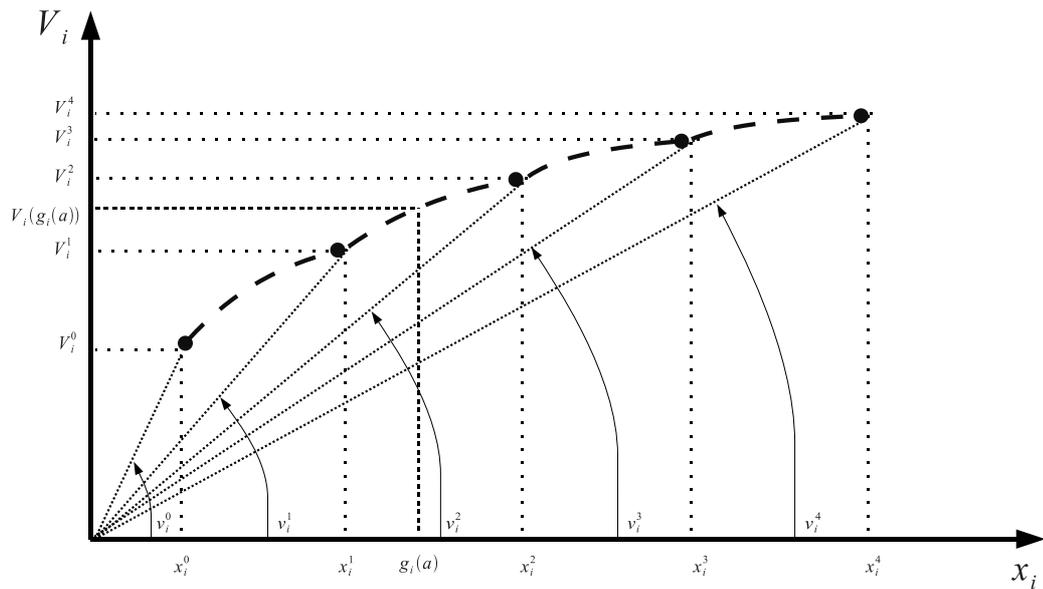


Grafico 2.11 - Andamento della funzione di valore totale per un generico criterio *i*-esimo.

In presenza di dati omogenei la soluzione del problema posto nella 2.47 può fornire informazioni utili all'estimatore. Tale caso risulta però raro, soprattutto per campioni di ridotte dimensioni ed in presenza di dati disomogenei. La soluzione trovata può, infatti, risultare troppo legata al campione impedendo la generalizzazione delle informazioni acquisite. Diviene, dunque, necessario ampliare il numero dei vincoli in modo da permettere l'effettiva costruzione di un modello estimativo generalizzabile e, soprattutto, coerente con le conoscenze del mercato possedute dall'estimatore. Tali vincoli aggiuntivi possono riguardare:

- il segno del contributo fornito dalla caratteristica al valore totale del bene:

$$v_i(x_i) > 0 \quad \text{or} \quad v_i(x_i) < 0 \quad (2.48)$$

in questo modo si permette all'estimatore di determinare un contributo, ad esempio, negativo alla formazione del valore totale dell'immobile per caratteristiche quali la vetustà oppure la distanza dal centro cittadino;

- la coerenza delle preferenze per un dato criterio:

$$V_i(x_i^{j+1}) > V_i(x_i^j) \quad \text{or} \quad V_i(x_i^{j+1}) < V_i(x_i^j) \quad (2.49)$$

in questo modo si può vincolare il modello, come nel metodo UTA classico, a rispettare la monotonicità delle preferenze ovvero imponendo che prestazioni di gradi maggiori

della caratteristica, come il grado di manutenzione dell'immobile, comporti un contributo al valore globale maggiore rispetto a quello fornito da gradi minori;

- Il rispetto del principio dell'utilità marginalmente decrescente:

$$\bar{v}_i(x_i^j) > \bar{v}_i(x_i^{j+1}) \text{ if } v_i(x_i) > 0 \text{ or } \bar{v}_i(x_i^{j+1}) > \bar{v}_i(x_i^j) \text{ if } v_i(x_i) < 0 \quad (2.50)$$

dove:  $\bar{v}_i(x_i^j)$  è il valore della derivata della funzione di valore nel punto medio fra gli estremi  $[x_i^j, x_i^{j+1}]$  e  $\bar{v}_i(x_i^{j+1})$  il medesimo valore per l'intervallo  $[x_i^{j+1}, x_i^{j+2}]$  ;

- il contributo di una caratteristica al valore globale imposto esogeneamente dall'estimatore sulla base delle sue conoscenze o all'applicazione di un procedimento di stima alternativo. Tale vincolo può essere espresso sotto forma di un intorno di valore nella forma seguente:

$$\tilde{V}_i(x_i^j)_{max} > V_i(x_i^j) > \tilde{V}_i(x_i^j)_{min} \quad (2.51)$$

in questo modo si vincola il modello a rispettare, entro un dato intervallo, la stima del contributo di una caratteristica espressa dall'estimatore, un esempio può essere l'espressione del contributo aggiuntivo dato dalla presenza di un box auto o di un posto macchina al valore totale dell'immobile.

Sulla base dei vincoli introdotti nelle relazioni 2.48, 2.49, 2.50, 2.51, il problema di programmazione lineare nella 2.47 può essere riscritto nella forma seguente:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \varepsilon \\ \text{subject to} \\ |p_g - V(g)| < \varepsilon \\ T1. \quad v_i(x_i) > 0 \\ \quad \quad \quad \vdots \\ T2. \quad V_i(x_i^{j+1}) > V_i(x_i^j) \\ \quad \quad \quad \vdots \\ T3. \quad \bar{v}_i(x_i^j) > \bar{v}_i(x_i^{j+1}) \\ \quad \quad \quad \vdots \\ T4. \quad \tilde{V}_i(x_i^j)_{max} > V_i(x_i^j) > \tilde{V}_i(x_i^j)_{min} \\ \quad \quad \quad \vdots \end{array} \right. \quad (2.52)$$

dove:  $T1, T2, T3, T4$  rappresentano la tipologia di vincoli aggiuntivi o di secondo

livello che l'estimatore può assegnare alle varie caratteristiche rilevate.

La scelta riguardo l'utilizzo o meno da parte dell'estimatore dei vari vincoli di secondo livello è, dunque, strumentale alla costruzione di un modello estimativo utile a coadiuvare l'estimatore stesso nella rappresentazione e comprensione del mercato di riferimento. Non è, quindi, strettamente legata al rispetto della coerenza del metodo UTA; ad esempio, per i fini estimativi, può essere giustificabile la mancata implementazione del vincolo alla 2.49, cosa che porterebbe ad un'evidente contraddizione rispetto ai principi del metodo, tale scelta è però giustificabile se legata alla spiegazione di uno specifico fenomeno a conoscenza dell'estimatore<sup>82</sup>. La soluzione del problema di programmazione lineare alla 2.52 può comportare un peggioramento delle prestazioni in termini di errore assoluto rispetto alla soluzione del problema alla 2.47. I vincoli, infatti, determinano un restringimento dell'insieme delle soluzioni possibili comportando l'esclusione di alcune soluzioni ottimali. Tale necessità sembra però inevitabile al fine di ottenere un modello significativo da un punto di vista estimativo.

Riguardo la significatività dei risultati ottenuti è da rilevare come, stante la natura compensativa della funzione di valore globale rappresentata dalla 2.46, le curve di valore unitario  $v_i(x_i^j)$ , totale  $V_i(x_i^j)$  e marginale  $v'_i(x_i^j)$  possono subire variazioni rispetto all'ammontare stimato a seconda del campione di riferimento. A fini estimativi è, dunque, più significativa l'interpretazione delle differenze di valore stimate dal modello per diversi livelli di prestazione delle caratteristiche  $V_i(x_i^{j+1}) - V_i(x_i^j)$  piuttosto che l'effettivo contributo al valore globale stimato  $V_i(x_i^j)$ . Per questa ragione la procedura descritta può risultare particolarmente utile per la stima degli aggiustamenti secondo la struttura del procedimento comparativo dell'*adjustment grid method*. Sulla base della soluzione del 2.52 per un campione di beni di riferimento è possibile riscrivere la generica formulazione del problema comparativo proposto nella 2.7 nel modo seguente:

---

82 Si supponga, ad esempio, la situazione, riscontrabile in alcuni centri storici, di fabbricati aventi elevati livelli di finiture ma al contempo in mediocre stato manutentivo. Se le caratteristiche rilevate nel campione non comprendono la rilevazione dello stato manutentivo allora la funzione di valore per la caratteristica riguardante il grado di finitura del fabbricato potrebbe ragionevolmente presentare un andamento a forma di campana. Ciò risulterebbe in contraddizione con il principio della monotonia delle preferenze richiesta dal metodo UTA ma comprensibile da un punto di vista estimativo.

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_i \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_1(s) - V_1(c_1) + \dots + V_j(s) - V_j(c_1) \\ V_1(s) - V_1(c_2) + \dots + V_j(s) - V_j(c_2) \\ \vdots \\ V_1(s) - V_1(c_i) + \dots + V_j(s) - V_j(c_i) \end{pmatrix} \quad (2.53)$$

$$\mathbf{V} = \mathbf{p} + (\mathbf{V}(s) - \mathbf{V}(c))$$

Si può osservare come i vari valori corretti rispetto alle caratteristiche differenziali fra l'immobile da stimare  $s$  e gli immobili comparabili  $c_i$  risultino pari al valore dell'immobile stimato secondo l'applicazione diretta del modello  $V(s)$  sommato all'errore assoluto di stima per l'immobile comparabile  $p - V(c)$ . Il valore del bene oggetto di stima dipenderà dalla modalità con la quale si giunge alla riconciliazione dei valori corretti  $\mathbf{V}$ . Se il valore del bene da stimare viene valutato mediante una semplice media aritmetica dei valori corretti possiamo osservare come la stima secondo la 2.53 differisca dall'applicazione diretta del modello per un termine uguale all'errore medio di stima per gli immobili presenti nel campione:

$$s = \frac{\sum_{i=1}^i V_i}{n} = V(s) + \frac{\sum_{i=1}^i p_i - V(c_i)}{n} = V(s) + \bar{\epsilon} \quad (2.54)$$

nel caso in cui, il problema di ottimizzazione produca una soluzione con un errore  $\epsilon$  pari a zero i due metodi verrebbero a coincidere.

In modo da fornire una prima esemplificazione del modello UTA presentato fin'ora si propone una sua applicazione al campione di dati utilizzato in precedenza (tabella 2.6)<sup>83</sup>. La soluzione del problema di programmazione lineare "semplice" (2.47), ovvero senza l'aggiunta di alcun vincolo da parte dell'estimatore, per questo campione di dati porta ad un errore massimo del modello pari a 30.216 €. I valori unitari, marginali e totali sono riportati nella tabella seguente (tabella 2.9) insieme agli andamenti delle funzioni del valore totale per le due caratteristiche (grafico 2.12). Si può osservare come la soluzione ottimale trovata evidenzia, secondo le aspettative, il contributo negativo fornito dalla caratteristica vetustà; tale contributo presenta, però, un andamento parabolico evidenziando un apprezzamento per gli immobili costruiti dopo i

83 Rispetto all'esempio precedente sviluppato nel capitolo 2.6.2 si è preferito convertire la caratteristica anno di costruzione nella caratteristica vetustà. Tale caratteristica è stata valutata sottraendo al momento di stima, supposto pari all'anno 2010, l'anno di costruzione dell'immobile.

quarant'anni. Tale fenomeno può essere interpretato come un possibile indicazione della presenza di dati disomogenei all'interno del campione oppure alla mancata introduzione di caratteristiche rilevanti capaci di giustificare tale effetto.

Tabella 2.9 - Valori unitari, marginali medi e totali per le caratteristiche superficie (sup) e vetustà (vet) nel modello non vincolato.

$X_{sup}^j$	$V_{sup}(X_{sup}^j)$	$\bar{V}_{sup}(X_{sup}^j)$	$V_{sup}(X_{sup}^j)$
85	2108		179232
92	2129	2387	195948
99	2416	6189	239274
106	1842	-6274	195353
113	2326	9641	262846
120	1539	-11162	184708
$X_{vet}^j$	$V_{vet}(X_{vet}^j)$	$\bar{V}_{vet}(X_{vet}^j)$	$V_{vet}(X_{vet}^j)$
0	0		0
10	-1308	-1308	-13075
20	-2385	-3462	-47698
30	-1850	-779	-55492
40	-1870	-1932	-74811
50	-980	2583	-48978
60	-515	1807	-30907

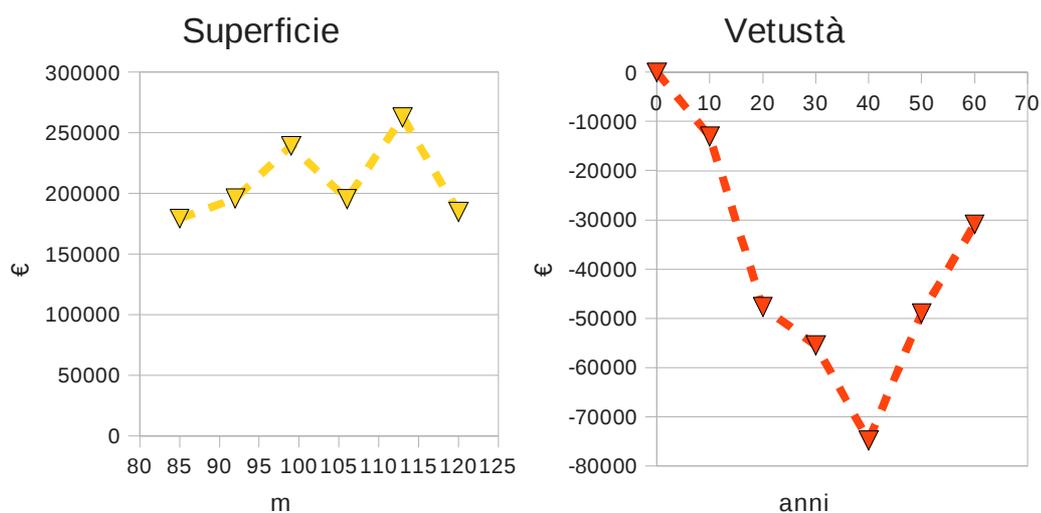


Grafico 2.12 - Andamento delle funzioni di valore totale per le caratteristiche superficie e vetustà valutate

*dal modello non vincolato.*

Sulla base delle informazioni acquisite dalla soluzione non vincolata sono stati introdotti dei vincoli aggiuntivi con lo scopo di predisporre un modello valutativo. I vincoli prescelti riguardano: il segno, positivo per la superficie e negativo per la vetustà, dei contributi delle caratteristiche rispetto al valore globale; il rispetto della monotonia delle funzioni di valore. Il generico modello 2.52 può essere, dunque, riscritto nella forma seguente:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \varepsilon \\ \text{subject to} \\ |p_g - V(g)| < \varepsilon \\ T1. \quad v_{sup}(x_{sup}) > 0 \quad v_{vet}(x_{vet}) < 0 \\ T2. \quad V_{sup}(x_{sup}^{j+1}) > V_{sup}(x_{sup}^j) \quad V_{vet}(x_{vet}^{j+1}) < V_{vet}(x_{sup}^j) \end{array} \right. \quad (2.55)$$

L'errore massimo del modello risulta pari a 43.037 €. I valori unitari, marginali e totali sono riportati nella tabella seguente (tabella 2.10) insieme agli andamenti delle funzioni del valore totale per le due caratteristiche (grafico 2.13). Si osserva come i vincoli introdotti portano ad un irrigidimento della struttura del modello al fine di rispettare i vincoli imposti. Il modello pur avendo una prestazione inferiore rispetto al precedente, in termine di errore di stima, risulta però meno influenzato dalla presenza di singoli casi anomali e, dunque, più facilmente generalizzabile. In particolare, si osserva come dal punto di vista della superficie si distinguano tre fasce di valore mentre la vetustà non risulta significativa fino ai quarant'anni per poi, invece, incidere negli anni successivi.

Tabella 2.10 - Valori unitari, marginali medi e totali per le caratteristiche superficie (sup) e vetustà (vet) nel modello vincolato.

$X_{sup}^j$	$V_{sup}(X_{sup}^j)$	$\bar{V}_{sup}(X_{sup}^j)$	$V_{sup}(X_{sup}^j)$
85	1.580	-	134.269
92	1.459	0	134.269
99	1.967	8.644	194.777
106	1.838	0	194.777
113	1.938	3.452	218.940
120	1.825	0	218.940
$X_{vet}^j$	$V_{vet}(X_{vet}^j)$	$\bar{V}_{vet}(X_{vet}^j)$	$V_{vet}(X_{vet}^j)$
0	0		0
10	0	0	0
20	0	0	0
30	0	0	0
40	0	0	0
50	-238	-1.192	-11.919
60	-962	-4.583	-57.747

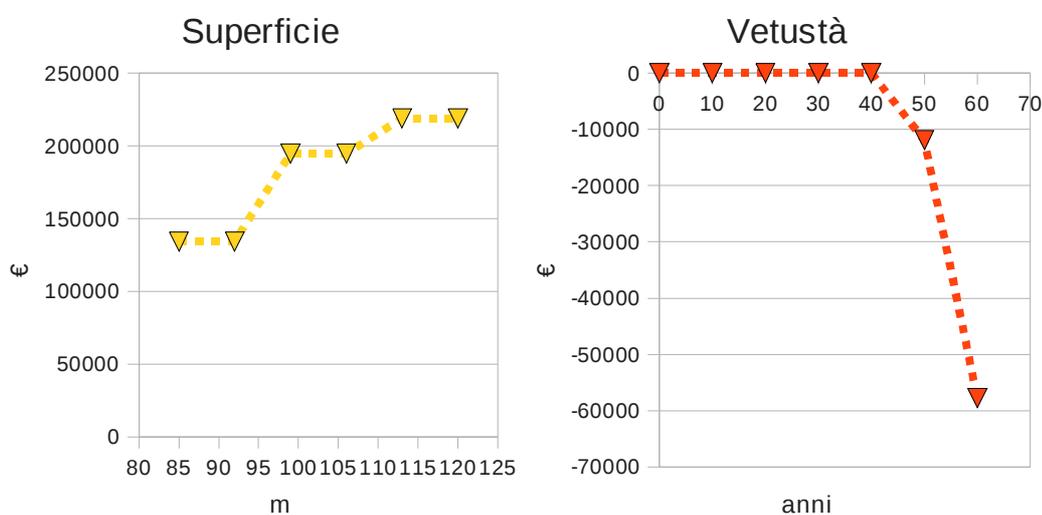


Grafico 2.13 - Andamento delle funzioni di valore totale per le caratteristiche superficie e vetustà valutate dal modello vincolato.

Si supponga, ora, di voler valutare un immobile di 95 metri quadrati costruito nel 1985, ovvero con una vetustà pari a 25 anni, sulla base delle funzioni di valore espresse dai due modelli. I risultati sono riportati nella tabella seguente nel caso

dell'applicazione diretta del metodo e in base alla sua applicazione per la stima degli aggiustamenti nel procedimento *adjusted grid method*:

Tabella 2.11– Stima di un immobile avente una superficie pari a 95 mq ed una vetustà pari a 25 anni tramite applicazione diretta del metodo e come ausilio alla stima degli aggiustamenti secondo l'*adjusted grid method* nei due modelli valutati.

		Modello non vincolato	Modello vincolato
Applicazione diretta	$V(s)$	161.091	159.330
Applicazione <i>adjusted grid method</i>	$V(s) + \bar{\epsilon}$	155.522	155.031

Si osserva come i valori di stima ottenuti risultino omogenei portando ad un valore di stima compreso fra i 155.000 euro ed i 161.000 euro. C'è da sottolineare come la scelta della modalità con la quale giungere alla riconciliazione dei valori corretti nell'applicazione *adjusted grid method*, svolta secondo la relazione 2.54, è una delle possibili soluzioni adottabili. Invero, si può supporre che maggiore peso venga assegnato alle indicazioni fornite dai beni comparabili maggiormente simili al bene da valutare oppure che venga selezionato un sottoinsieme dei valori corretti, quello più simile, al fine di giungere alla stima dell'immobile. L'applicazione del modello può, dunque, risultare utile per la stima degli aggiustamenti lasciando all'estimatore le successive scelte riguardo alla riconciliazione dei valori corretti.

## 3 L'applicazione

### 3.1 Il campione

Il campione utilizzato nell'applicazione è composto da 181 compravendite avvenute nella città di Trieste di unità immobiliari residenziali.

Tali compravendite sono state selezionate fra quelle rilevate dagli studenti del corso di Estimo, svolto presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli studi di Trieste, al fine di predisporre una perizia di stima a scopo di esercitazione.

La raccolta dei dati da parte degli studenti è avvenuta tramite la compilazione di una scheda standard in cui veniva chiesto di rilevare trentotto variabili che descrivono le caratteristiche posizionali estrinseche, intrinseche, localizzative e tecnologiche degli immobili che più di altre influenzano il valore di mercato.

Il campione è composto da rilevazioni raccolte tra gli anni 2004 e 2008 riguardanti compravendite ricadenti nell'area cittadina. Sono state escluse quelle di immobili collocati nei comuni limitrofi (Muggia e comuni carsolini) e nelle frazioni del comune di Trieste collocate sul Carso (Opicina, Prosecco, etc.) poiché caratterizzate da caratteristiche e dinamiche di mercato dissimili rispetto a quelle presenti in città.

I prezzi di vendita degli immobili rilevati nei vari anni sono stati riportati all'anno 2008 tenendo conto della dinamica dei valori di mercato tramite un tasso annuo pari al 2% costante nel tempo.

Le unità presenti sono omogenee rispetto alla tipologia. Sono stati scelti, infatti, solo immobili inseriti in organismi edilizi residenziali plurialloggio. Questa tipologia costituisce il segmento di mercato prevalente in città data la ridotta presenza e disponibilità di case uni o bifamiliari all'interno del tessuto cittadino.

### 3.1.1 Le variabili rilevate

Data la realtà oggetto di studio e la tipologia degli immobili presenti nel campione le variabili sono presentate di seguito, seguendo la tassonomia codificata della scuola estimativa italiana, insieme ad una loro descrizione.

- Caratteristiche locazionali estrinseche
  - Distanza dal centro (Dist): è stata valutata considerando la distanza in linea d'aria, calcolata in metri, tra la localizzazione dell'immobile ed il centro cittadino. Data la difficoltà di definire una vera e propria area centrale per la città di Trieste si è preso come riferimento un punto baricentrico rispetto alla zona compresa fra la stazione, la zona del quartiere Giuseppino e la zona di via Giulia e del Viale XX Settembre. Tale punto baricentrico è stato collocato in piazza S. Antonio.
  - Tipologia della strada di accesso (Str): rappresenta la tipologia di strada carrabile di accesso all'unità immobiliare in modo da tenere conto dell'effetto sul valore dell'immobile dovuto alle esternalità negative prodotte dalle infrastrutture stradali. Inoltre, tale variabile è indicativa anche del tessuto urbanistico del contesto in cui l'immobile è inserito. La variabile è stata codificata in tre categorie: strada di attraversamento (A), strada urbana di distribuzione (U) e strada a fondo chiuso (F).
  - Accesso ai servizi pubblici principali (Spub): cattura la presenza e l'accessibilità ai principali servizi pubblici nell'area limitrofa all'immobile rilevato quali: scuole, ospedali, farmacie, centri ricreativi, parchi, etc. La variabile è stata codificata in tre livelli: scarso (S), medio (M), buono (B).
  - Accesso ai trasporti pubblici (Tpub): la variabile indica la presenza nelle vicinanze dell'immobile di linee di trasporto pubblico cittadino. La variabile è stata codificata in tre livelli: scarso (S), medio (M), buono (B).
  - Presenza di servizi commerciali (Scom): individua la presenza di servizi commerciali nelle vicinanze dell'immobile rilevato quali: centri commerciali, superette, bar, tabaccherie, etc. La variabile è stata codificata in tre livelli: scarso (S), medio (M), buono (B).

- Possibilità di parcheggio nelle vicinanze (Spa): tiene in considerazione la disponibilità di posti macchina su spazi pubblici nelle vicinanze dell'unità immobiliare rilevata. La variabile è stata codificata in tre livelli: scarso (S), medio (M), buono (B).
- Rumorosità (Rum): codifica la localizzazione dell'immobile all'interno di un contesto caratterizzato da presenza di rumori che possono incidere sulla qualità della fruizione dell'unità immobiliare. In particolare segnala la presenza nelle vicinanze di strade caratterizzate da elevato traffico, linee ferroviarie, attività portuali o industriali. La variabile è stata codificata in tre livelli: alta (A), media (M), bassa (B).
- Qualità dell'aria (Qaria): indica la presenza nelle vicinanze dell'immobile di fonti di esternalità negative per la qualità dell'aria sia esse dovute alla presenza di strade altamente trafficate, ad attività industriali. La variabile è stata codificata in tre livelli: mediocre (Me), media (M), buona (B).
- Contesto sociale (Soc): tiene conto della presenza di situazioni di particolare degrado sociale ed urbano del contesto insediativo in cui si colloca l'immobile rilevato. La variabile è stata codificata in tre livelli: degradato (D), medio (M), buono (B).
- Densità edilizia (Den): segnala il grado di densità edilizia presente nel contesto in cui l'unità si colloca. La variabile è stata codificata in tre livelli: alta (A), media (M), bassa (B).
- Qualità del paesaggio (Qpae): segnala la presenza di particolari qualità paesaggistiche nel contesto in cui l'immobile è inserito, come: vicinanza a parchi, contesti urbani di pregio, posizionamento lungo la fascia costiera. La variabile è stata codificata in tre livelli: bassa (B), media (M), alta (A).
- Caratteristiche posizionali intrinseche dell'unità immobiliare
  - Prospicenza (Pros): rileva la quantità degli affacci presenti nell'immobile, tale variabile può incidere sul valore per la possibili influssi positivi su di esso derivanti dal numero di visuali e per la facilità di areazione dei locali. La variabile è stata codificata in tre livelli: scadente (S) in presenza di un solo affaccio interno, ordinaria (O) in presenza di un affaccio esterno, buona (B) in presenza di due o più affacci esterni.

- Vista (Vista): intende tenere in considerazione la presenza di viste particolarmente pregiata su paesaggi naturali od urbani le quali possono influire sul valore dell'immobile. La variabile è stata codificata in tre livelli: scadente (S), ordinaria (O), pregiata (P).
- Luminosità (Luce): segnala le caratteristiche dell'irraggiamento luminoso naturale all'interno dell'unità abitativa. La variabile è stata codificata in tre livelli: scadente (S), ordinaria (O), buona (B).
- Orientamento (Orien): considera l'orientamento dell'abitazione in particolar modo cerca di segnalare se l'appartamento si trova esposto o meno al vento di Bora. Tale elemento per la città di Trieste può incidere notevolmente sulla vivibilità dell'unità immobiliare e sui consumi energetici per il riscaldamento invernale. La variabile è stata codificata in tre livelli: scadente (nord, nord-est), ordinario (est, nord-ovest),buona (ovest, sud, sud-ovest).
- Caratteristiche tecnologiche del complesso immobiliare
  - Età dell'immobile (Eta): rileva la vetustà del complesso immobiliare in cui l'unità immobiliare è inserita. Tale variabile è stata calcolata come differenza, in anni, fra l'anno di costruzione dell'unità o della sua radicale ristrutturazione e l'anno di riferimento dell'analisi, posto nel 2008.
  - Finiture del fabbricato (Finfab): segnala la qualità delle finiture architettoniche esterne del fabbricato ospitante l'unità immobiliare. La variabile è stata codificata in quattro livelli: scadente (S), ordinaria (O), buona (B) e pregiata (P).
  - Stato di manutenzione del fabbricato (Manfab): registra lo stato di manutenzione degli elementi componenti il fabbricato ospitante l'unità immobiliare. La variabile è stata codificata in quattro livelli: scadente (S), ordinaria (O), buona (B) e ottimo (Ot).
  - Ascensore (Asc): segnala la presenza o meno dell'ascensore all'interno del complesso all'interno del quale si colloca l'unità immobiliare. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
  - Corte condominiale (Corte): segnala la presenza o meno di una corte condominiale all'interno del complesso all'interno del quale si colloca l'unità immobiliare. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente

- (A), presente (P).
- Giardino condominiale (Giarc): segnala la presenza o meno di un'area indivisa a destinazione giardino condominiale all'interno del complesso all'interno del quale si colloca l'unità immobiliare. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
  - Parcheggio condominiale (Pcond): segnala la presenza o meno di un'area indivisa a destinazione parcheggio condominiale all'interno del complesso nel quale si colloca l'unità immobiliare. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
  - Struttura portante (Stut): indica la tipologia di struttura portante dell'edificio. Sono state considerate le seguenti tipologie: muratura portante (M), intelaiatura in calcestruzzo armato (CA), intelaiatura in acciaio (A), struttura prefabbricata (P).
- Caratteristiche tecnologiche dell'unità immobiliare
    - Superficie (Sup): segnala la consistenza, in metri quadri, della superficie compravenduta secondo la prassi di calcolo della superficie commerciale. Nel caso di studio questa variabile può presentare un elevato rumore in quanto, data la disomogeneità dei rilevatori e la loro non professionalità, non è possibile essere certi sull'omogeneità della rilevazione delle superfici e sul modello adottato per di calcolo della superficie commerciale.
    - Livello di piano (Piano): indica il piano in cui si colloca l'immobile.
    - Finiture dell'unità immobiliare (Finimm): segnala la qualità delle finiture architettoniche dell'unità immobiliare rilevata. La variabile è stata codificata in quattro livelli: scadente (S), ordinaria (O), buona (B) e pregiata (P).
    - Stato di manutenzione dell'unità immobiliare (Manimm): registra lo stato di manutenzione degli elementi componenti il fabbricato ospitante l'unità immobiliare. La variabile è stata codificata in quattro livelli: scadente (S), ordinaria (O), buona (B) e ottimo (Ot).
    - Riscaldamento autonomo (Riscce): segnala la presenza di un impianto di riscaldamento per il soddisfacimento del fabbisogno termico invernale centralizzato. Nel caso di assenza il riscaldamento alla singola unità viene fornito da un impianto di riscaldamento autonomo. La variabile è stata

codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).

- Impianto di condizionamento (Condi): indica la presenza o meno di un impianto di raffrescamento estivo per l'unità immobiliare. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
- Impianto elettrico a norma (Imele): evidenzia la presenza di un impianto elettrico a norma. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
- Isolamento acustico (Isolacu): indica la presenza di particolari accorgimenti per ottenere un ottimo isolamento acustico. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
- Posto auto scoperto privato (Pscop): segnala la presenza o meno di un'area di pertinenza esclusiva all'alloggio destinata a parcheggio non provvista di copertura. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
- Posto auto coperto privato (Pcop): segnala la presenza o meno di un'area di pertinenza esclusiva all'alloggio destinata a parcheggio provvista di copertura. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
- Garage privato (Box): evidenzia la presenza o meno di un'area di pertinenza esclusiva all'alloggio destinata a parcheggio in box auto localizzato nei piani seminterrati o nei piani terra del complesso. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
- Cantina (Cant): segnala la presenza di un'area di pertinenza esclusiva all'alloggio destinata a cantina. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
- Cantina (Soff): indica la presenza o meno di un'area di pertinenza esclusiva all'alloggio destinata a soffitta. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).
- Verde di pertinenza esclusiva (Verd): segnala la presenza o meno di un'area di pertinenza esclusiva all'alloggio destinata a verde. La variabile è stata codificata con una variabile binaria: assente (A), presente (P).

## 3.2 Le caratteristiche del campione

Di seguito viene presentata l'analisi delle variabili rilevate riportando i principali indici e grafici di distribuzione ed alcune considerazioni riguardo la possibili relazioni fra di esse e rispetto al prezzo di mercato. Inizialmente sono riportate le considerazioni relative alla variabile dipendente (prezzo di vendita attualizzato) successivamente quelle relative alle variabili quantitative presenti nel campione (Distanza dal centro, Età dell'immobile, Superficie, Livello di piano) ed infine quelle relative alle variabili qualitative.

### 3.2.1 Il prezzo degli immobili

#### Prezzo di compravendita attualizzato (PVA)

Il prezzo medio di compravendita degli immobili rilevati risulta pari a circa 150.000 euro. La distribuzione dei dati presenta una leggera asimmetria destra e presenta alcuni dati estremi con pochi valori al di sopra dei 250.000 euro.

mean	sd	0%	25%	50%	75%	100%
147489	51241	57369	111427	140716	174272	344893

Tabella 3.1: Indici di tendenza centrale e di distribuzione della variabile PVA i valori sono espressi in euro.

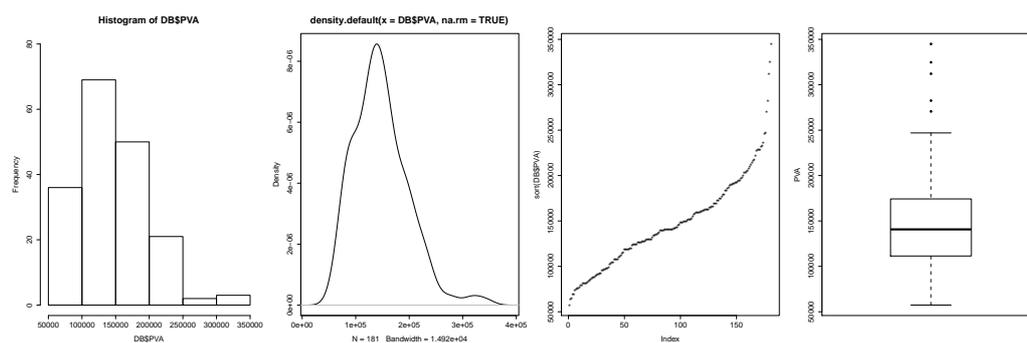


Grafico 3.1: Istogramma e grafici di distribuzione della variabile PVA, i valori sono espressi in euro.

### 3.2.2 Le variabili indipendenti quantitative

#### Distanza dal centro (Dist)

Dagli studi in letteratura e come suggerisce la stessa sensibilità empirica ci si attende di osservare all'aumentare della distanza dal centro una diminuzione dei prezzi osservati. I dati rilevati si collocano prevalentemente in aree centrali o semi-centrali (vedi grafico 3.2). Bisogna osservare che, data la scelta effettuata per la misurazione di questa incognita e l'estensione del centro cittadino, distanze intorno al chilometro possono essere considerate immediatamente limitrofe alla zona centrale. La variabile distanza così com'è stata rilevata non è in grado di spiegare importanti fattori che possono incidere sul valore delle unità nella città di Trieste come la vicinanza al mare, la presenza di un vista panoramica, oppure le caratteristiche orografiche.

L'andamento dei prezzi osservati rispetto alla distanza non evidenzia un forte rapporto tra le due variabili (vedi Grafico 3.3). Il dato più significativo che emerge da questo confronto sembra la negazione dell'ipotesi di relazione inversamente proporzionale fra distanza e prezzi osservati. Ciò può essere giustificato dal fatto che lo stock immobiliare presente nelle zone centrali della città di Trieste è caratterizzato da vetustà, basso livello di manutenzione, scarsa possibilità di parcheggio, superfici ampie e distribuite secondo modelli abitativi non conformi alle esigenze attuali.

mean	sd	0%	25%	50%	75%	100%
1503	1096	0	600	1400	2000	5500

Tabella 3.2: Indici di tendenza centrale e di distribuzione della variabile *Dist*, i valori sono espressi in metri.

### 3.2.2 Le variabili indipendenti quantitative

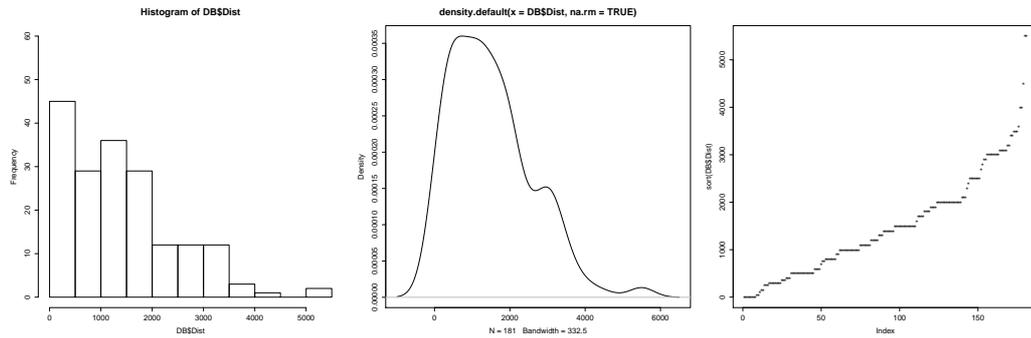


Grafico 3.2: Istogramma e grafici di distribuzione della variabile Dist, i valori sono espressi in metri.

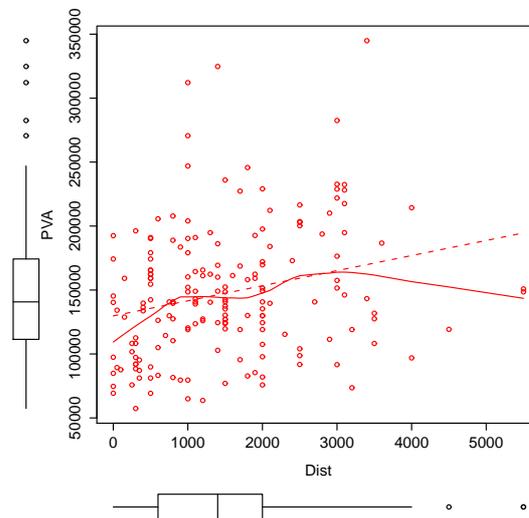


Grafico 3.3: Distribuzione del prezzo rilevato (PVA) rispetto alla distanza (Dist) espressa in metri.

### Età dell'immobile (Eta)

Ci si attende che all'aumentare della vetustà dell'edificio corrisponda una diminuzione del prezzo.

Il campione è caratterizzato nella maggior parte da abitazioni costruite fra quaranta e cinquanta anni fa (vedi Grafico 3.4) corrispondente al periodo di massiccia espansione del tessuto cittadino negli anni del boom economico. Un altro gruppo numeroso di abitazioni presentano una vetustà fra i settantacinque e i centocinquanta anni, tale risultato è giustificabile osservando che la città ha subito importanti interventi edilizi durante il ventennio e a cavallo dell'inizio del ventesimo secolo sotto l'amministrazione

austriaca.

L'andamento dei prezzi osservati rispetto alla vetustà riflette una relazione inversamente proporzionale fra le due variabili come ipotizzato (vedi Grafico 3.5).

mean	sd	0%	25%	50%	75%	100%
60	32,5	3	38	48	81	182

Tabella 3.3: Indici di tendenza centrale e di distribuzione della variabile Eta, i valori sono espressi in anni.

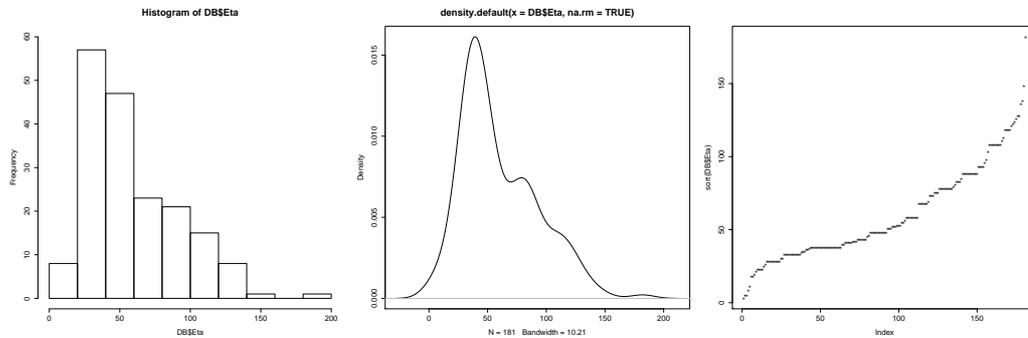


Grafico 3.4: Istogramma e grafici di distribuzione della variabile Eta, i valori sono espressi in anni.

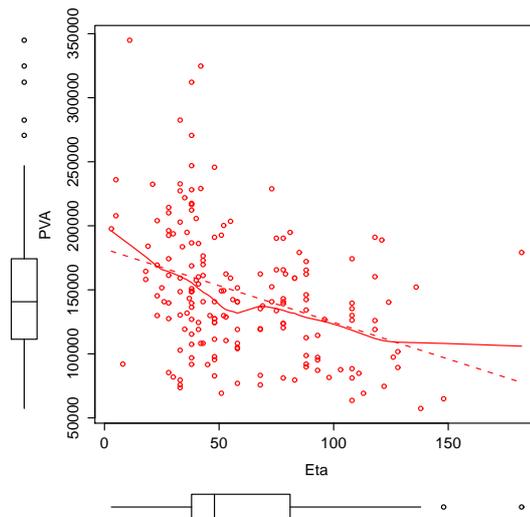


Grafico 3.5: Distribuzione del prezzo rilevato (PVA) rispetto alla distanza (Eta) espressa in anni.

## Superficie (Sup)

Il campione presenta una distribuzione assimilabile ad una normale rispetto ad un valore medio di 85 metri quadri con scarsa presenza di mini appartamenti, al di sotto dei cinquanta metri quadrati e di unità con metrature elevate, al di sopra dei centoventi metri quadri (vedi Tabella 3.4 e Grafico 3.6).

L'andamento rappresentato fra superfici e prezzi rilevati mostra una forte relazione fra le due variabili soprattutto per unità entro i settantacinque metri quadri, i valori diventano più dispersi per le unità che presentano superfici maggiori ad indicare anche una maggiore disomogeneità nelle caratteristiche e nei fattori che ne influenzano il valore (vedi Grafico 3.7).

La relazione attesa fra superficie e prezzo di compravendita osservato sarà di tipo proporzionale.

mean	sd	0%	25%	50%	75%	100%
85,5	20	41	73	85	95	142

Tabella 3.4: Indici di tendenza centrale e di distribuzione della variabile Sup, i valori sono espressi in metri quadri.

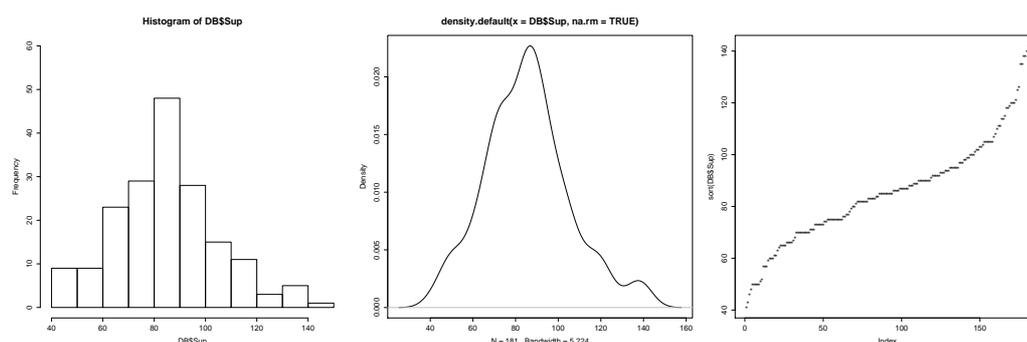


Grafico 3.6: Istogramma e grafici di distribuzione della variabile Sup, i valori sono espressi in metri quadri.

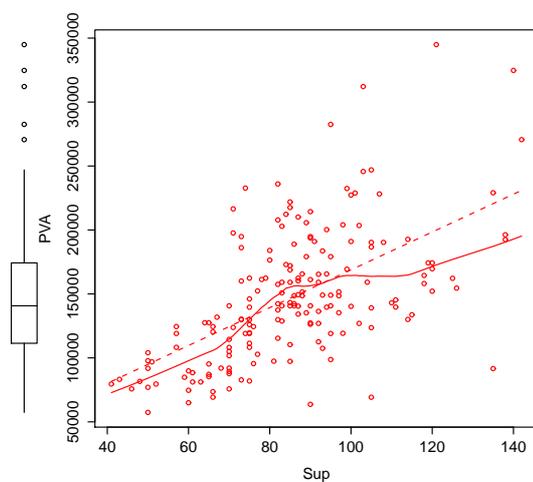


Grafico 3.7: Distribuzione del prezzo rilevato (PVA) rispetto alla distanza (Sup)

### Livello di piano (Piano)

Normalmente ci si attende una relazione direttamente proporzionale fra livello di piano piano e prezzo rilevato dati i maggiori vantaggi di areazione, luminosità, vista dati dalla collocazione dell'unità a piani elevati. Tale relazione, però, può essere limitata se non addirittura invertita in assenza di ascensore. Data la vetustà dello stock abitativo non è, dunque, attesa una forte relazione fra le variabili.

La maggioranza delle unità si colloca nei primi tre piani fuori terra degli edifici, in accordo con le caratteristiche generali dell'edificato nella città di Trieste caratterizzato nella maggior parte da edifici aventi quattro-cinque piani fuori terra (vedi Grafico 3.8).

Come atteso non sembra apprezzabile l'influenza del piano sul prezzo degli immobili rilevati (vedi Grafico 3.9).

0,00%	25,00%	50,00%	75,00%	100,00%
0	1	2	4	12

Tabella 3.5: Indici di tendenza centrale e di distribuzione della variabile Piano

### 3.2.2 Le variabili indipendenti quantitative

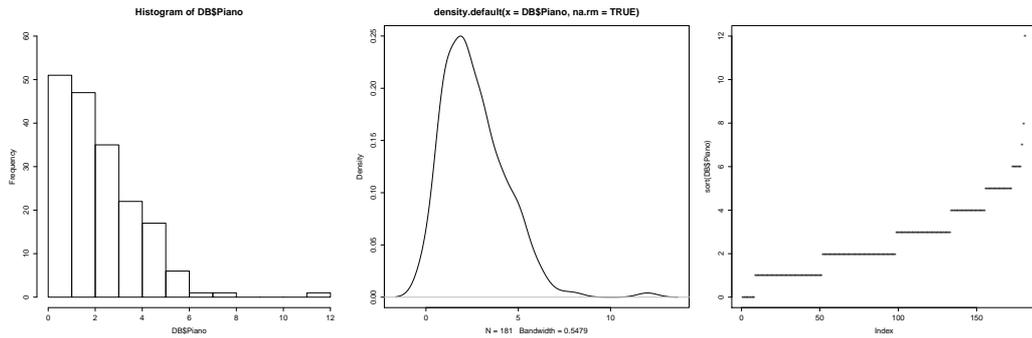


Grafico 3.8: Istogramma e grafici di distribuzione della variabile Piano

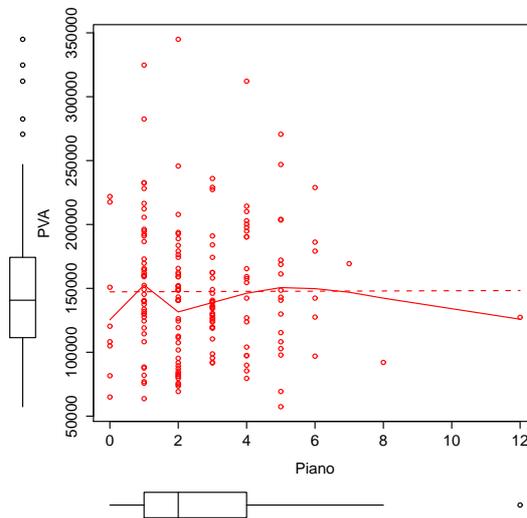


Grafico 3.9: Distribuzione del prezzo rilevato (PVA) rispetto alla distanza (Piano)

### 3.2.3 Le variabili indipendenti qualitative

#### Caratteristiche posizionali estrinseche

#### Tipologia della strada di accesso (Str)

La grande maggioranza degli immobili presenta condizioni ordinarie con la via di accesso all'immobile costituita da strade urbane di distribuzione. Si può osservare come la collocazione dell'immobile in contesti con strade di accesso a fondo chiuso è

caratterizzato da distanze dal centro più ampie e vetustà inferiore. Questo ad indicare interventi più recenti in aree di completamento od espansione limitrofe al centro cittadino con un modesto apprezzamento in termini di valore da parte del mercato (vedi Grafico 3.10).

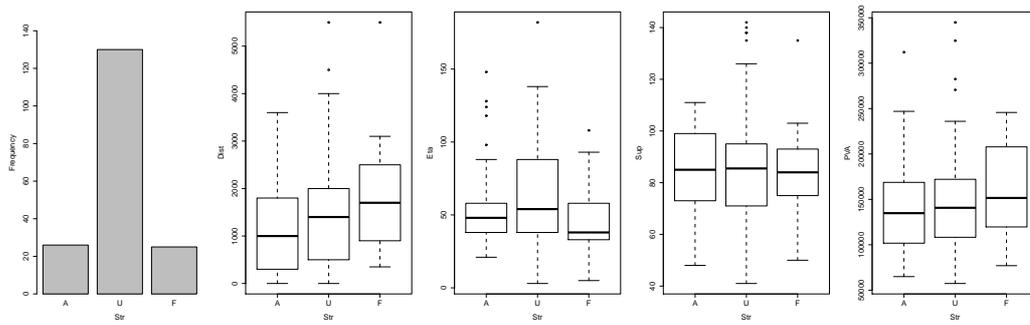


Grafico 3.10: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Str

### Accesso ai servizi pubblici principali (Spub)

Gli immobili presenti nel campione presentano un buon livello di accessibilità ai servizi pubblici. Si può notare come l'accessibilità aumenti all'avvicinarsi al centro cittadino e come, corrispondentemente, aumenti la vetustà degli immobili. Data la particolare situazione nella città di Trieste dello stock abitativo collocato nelle aree centrali ciò può comportare, contrariamente alle aspettative, una relazione negativa fra accessibilità ai servizi pubblici principali e prezzo degli immobili (vedi Grafico 3.11).

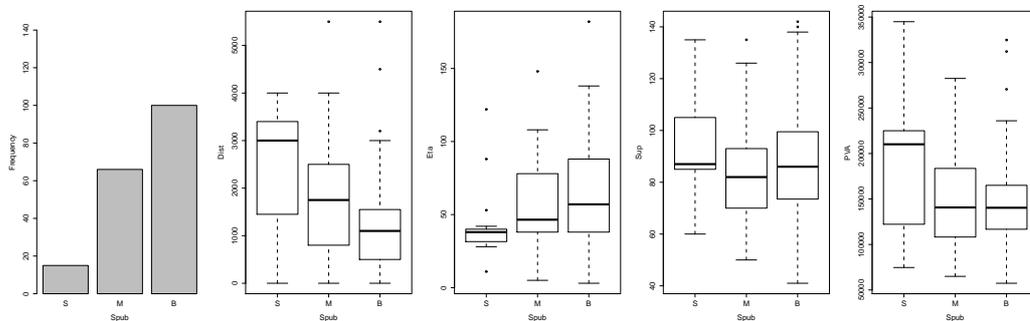


Grafico 3.11: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Spub

### Accesso ai trasporti pubblici (Tpub)

Si evidenzia un generale buon livello di copertura del servizio di trasporto pubblico per gli immobili contenuti nel campione. Valgono, però, le medesime considerazioni svolte precedentemente per l'accessibilità ai servizi pubblici ovvero la maggior accessibilità al servizio essendo legata alla maggiore vicinanza al centro comporta un possibile relazione negativa fra queste variabili dato il livello dei prezzi rilevato nelle zone centrali (vedi Grafico 3.12).

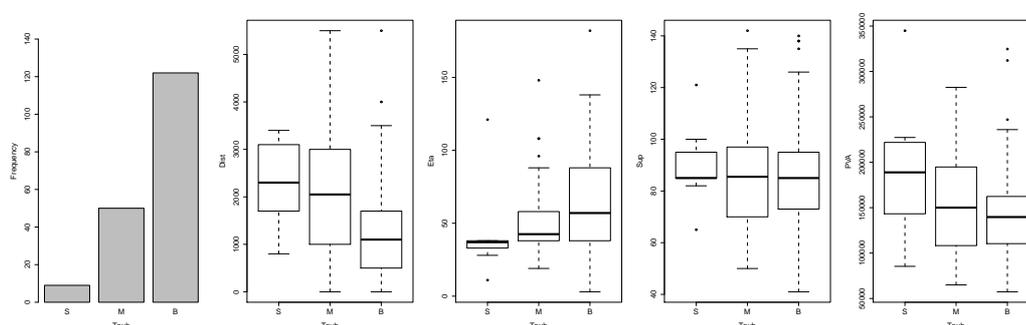


Grafico 3.12: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Tpub

### Presenza di servizi commerciali (Scm)

Anche per questa variabile valgono le considerazioni rilevate per le variabili qualitative precedentemente osservate (vedi Grafico 3.13).

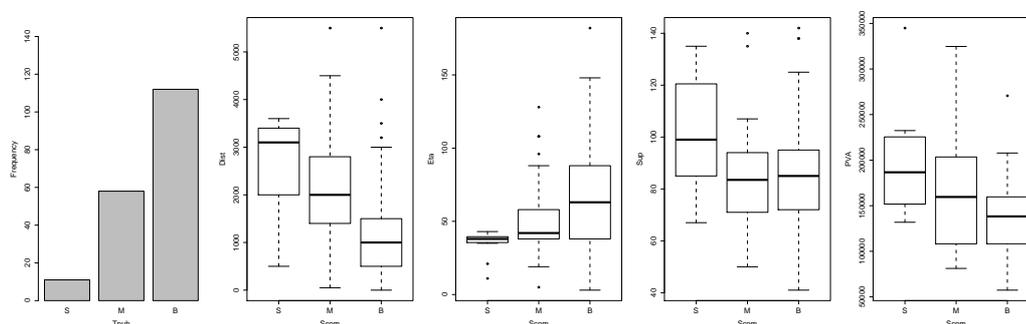


Grafico 3.13: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Scm

### Possibilità di parcheggio nelle vicinanze (Spa)

Si segnala una generale scarsa disponibilità di aree di parcheggio nelle aree limitrofe agli immobili campionati in particolare per quelli collocati nel centro cittadino. La possibilità di parcheggio presenta dunque una relazione positiva, come da aspettative, rispetto al prezzo rilevato (vedi Grafico 3.14).

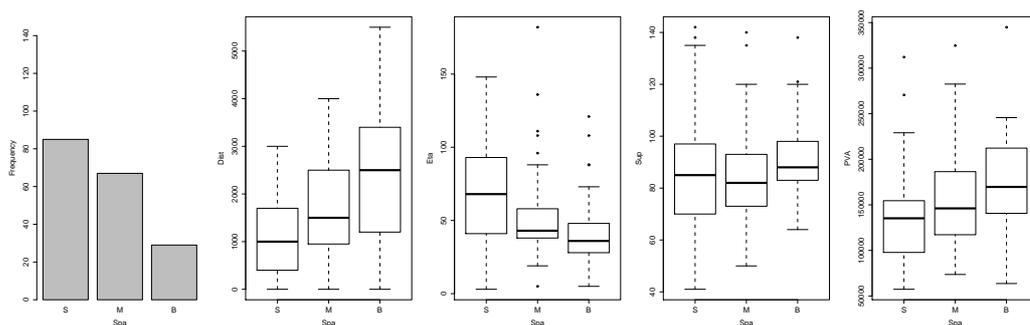


Grafico 3.14: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Spa

### Rumorosità (Rum)

L'alto livello di rumorosità dell'ambiente esterno sembra caratterizzare maggiormente gli immobili collocati in aree centrali, la relazione fra questa variabile ed il prezzo non sembra però fortemente significativa (vedi Grafico 3.15).

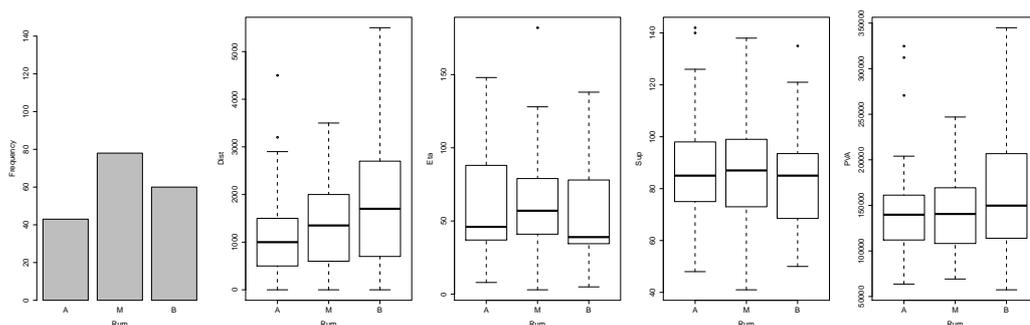


Grafico 3.15: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Rum

### Qualità dell'aria (Qaria)

La maggior parte degli immobili rilevati presenta caratteristiche ordinarie rispetto alla variabile qualità dell'aria. La situazione di minor qualità si riscontra per gli immobili

siti nel centro cittadino, probabilmente dovuta all'elevata congestione da traffico automobilistico, e l'influenza negativa sul prezzo (vedi Grafico 3.16).

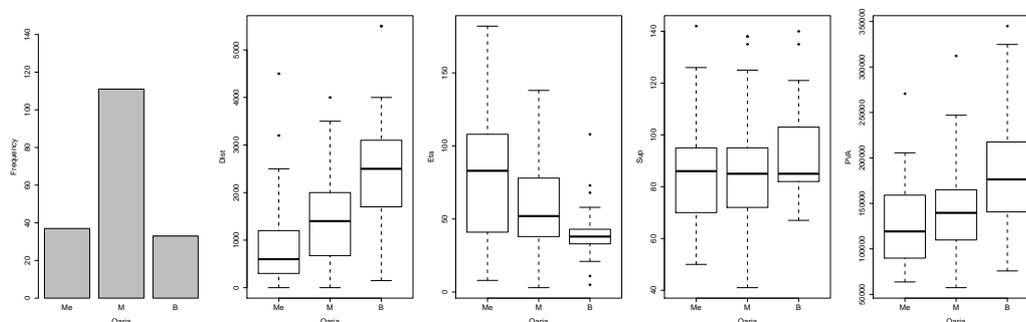


Grafico 3.16: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Qaria

### Contesto sociale (Soc)

La grandissima parte degli immobili presenta caratteristiche ordinarie, il contesto urbano triestino come evidenziato dal campione non sembra presentare particolari aree di degrado o di pregio. L'influenza sul prezzo rilevato non sembra particolarmente rilevante (vedi Grafico 3.17).

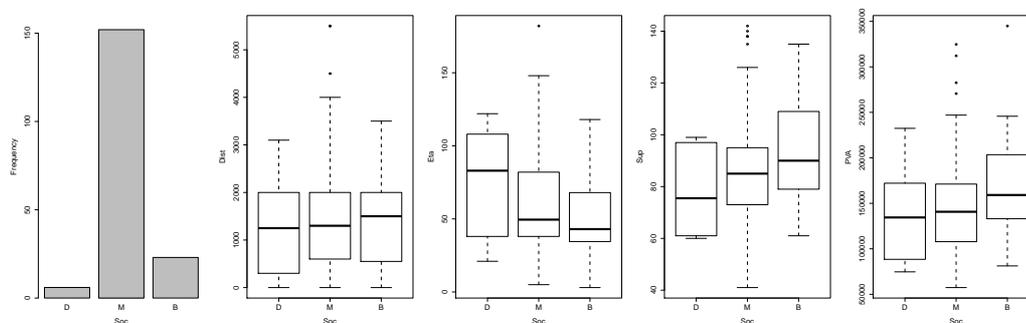


Grafico 3.17: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Soc

### Densità edilizia (Den)

La quasi totalità degli edifici si colloca in aree a medio-alta densità edilizia ciò rispecchia le caratteristiche del contesto triestino sviluppatosi su di una porzione di territorio ridotta compressa fra l'altopiano carsico ed il mare adriatico. La collocazione in un contesto a basso densità mostra un'influenza positiva sul prezzo rilevato anche se

tale risultato risulta suffragato da pochi dati a disposizione (vedi Grafico 3.18).

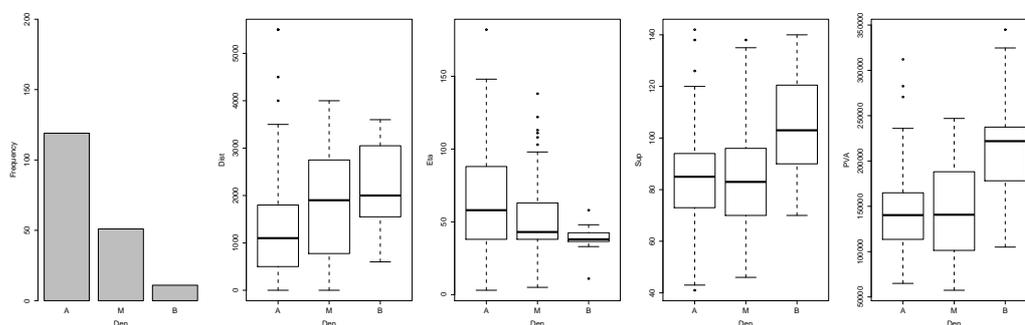


Grafico 3.18: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Den

### Qualità del paesaggio (Qpae)

La qualità del paesaggio si colloca su un livello medio-basso a prova della generale carenza di contesti di pregio all'interno del contesto urbano triestino data l'elevata densità abitativa e la limitata estensione del territorio. L'influenza sui prezzi rilevati di questa variabile non pare molto significativa (vedi).

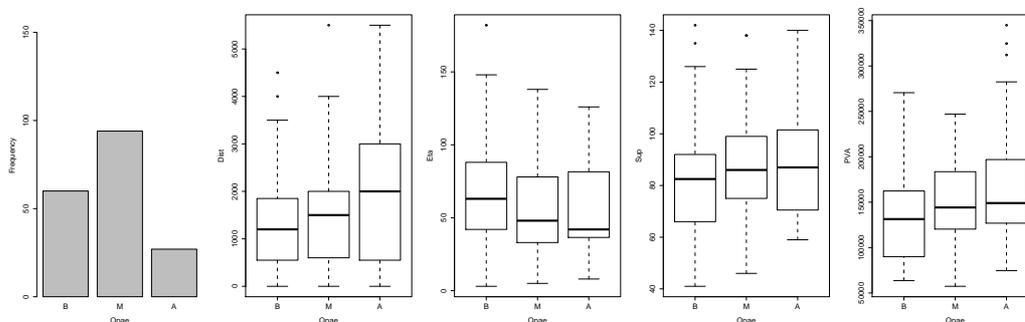


Grafico 3.19: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Qpae

### Caratteristiche posizionali intrinseche

#### Prospicienza (Pros)

La variabile è stata codificata in tre livelli: scadente (S) in presenza di un solo affaccio interno, ordinaria (O) in presenza di un affaccio esterno, buona (B) in presenza di due o

più affacci esterni.

Se la maggior parte degli immobili presente uno o più affacci le situazioni con presenza di soli affacci interni si riscontarono su immobili mediamente più vetusti. La caratteristica risulta correlata positivamente rispetto al prezzo rilevato (vedi Grafico 3.20).

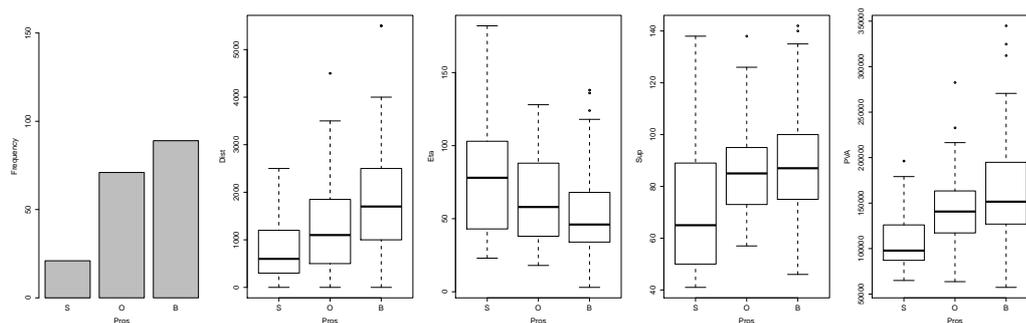


Grafico 3.20: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Pros

### Vista (Vista)

La maggioranza degli immobili presentano caratteristiche ordinarie, la variabile non sembra particolarmente legata alla distanza o all'età dell'immobile ma sembra mostrare un'influenza positiva sul prezzo (vedi Grafico 3.21).

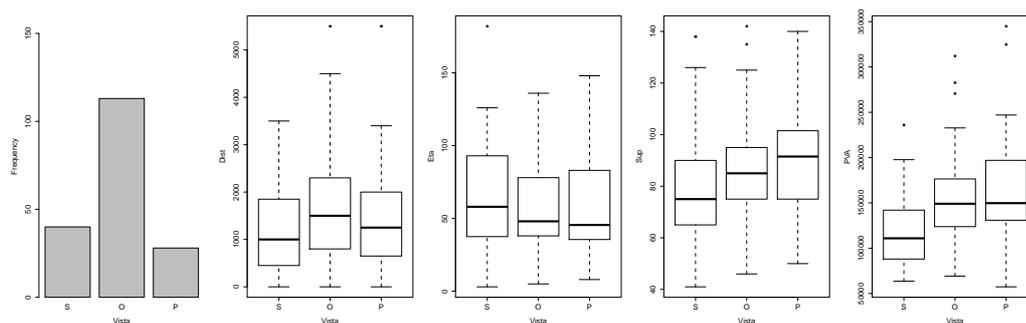
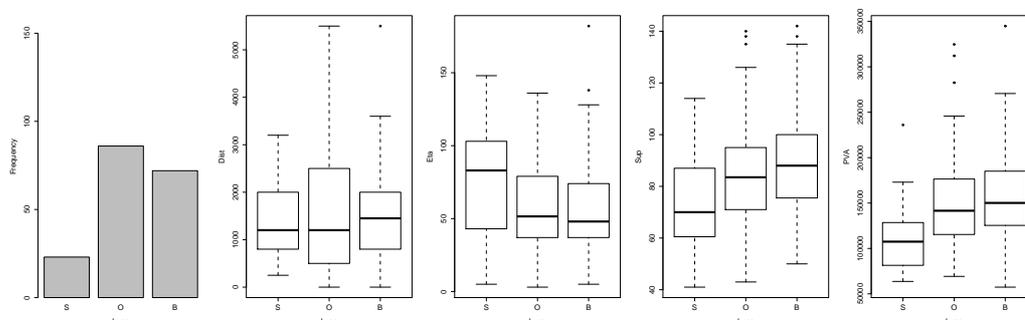


Grafico 3.21: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Vista

### Luminosità (Luce)

Gli immobili presenti nel campione presentano per lo più caratteristiche ordinarie o buone rispetto alla luminosità degli ambienti interni. La caratteristica ha un'influenza

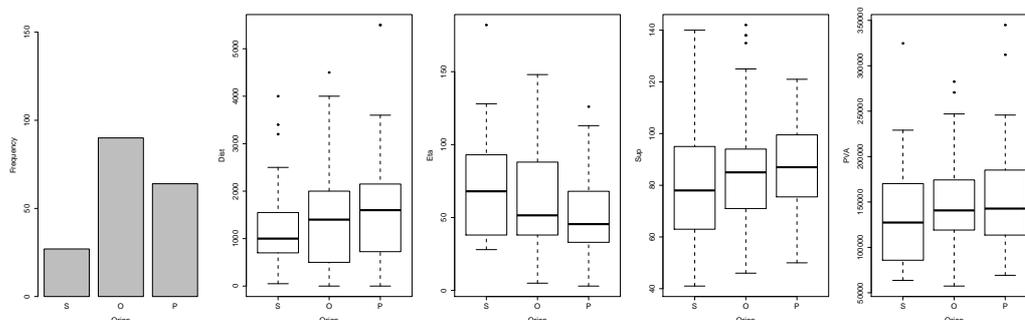
positiva sul prezzo senza però differenziarsi particolarmente rispetto alle altre variabili quantitative (vedi Grafico 3.22).



*Grafico 3.22: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Luce*

## Orientamento (Orien)

Si osservano prevalentemente orientamenti ordinari o buoni normalmente perché anche il tessuto urbanistico è stato disegnato in modo da tenere in debito conto l'effetto negativo dovuto alla forte esposizione al vento in alcuni periodi dell'anno. Dalle informazioni contenute nel campione non pare apprezzabile l'influenza sul prezzo di questa variabile (vedi Grafico 3.23).



*Grafico 3.23: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Orien*

## Caratteristiche tecnologiche del complesso immobiliare

### Finiture del fabbricato (Finfab)

Gli immobili maggiormente di pregio, dal punto di vista delle finiture, si collocano

come previsto nelle aree del centro cittadino. La relazione fra stato delle finiture presenta un comportamento non lineare, positivo per le prime categorie mentre ad unio stato di finiture di pregio sembra associata una diminuzione del prezzo (vedi Grafico 3.24). Come individuato in precedenza tale risultato può essere dovuto alla presenza all'interno del campione di immobili centrali scarsamente mantenuti e appetibili.

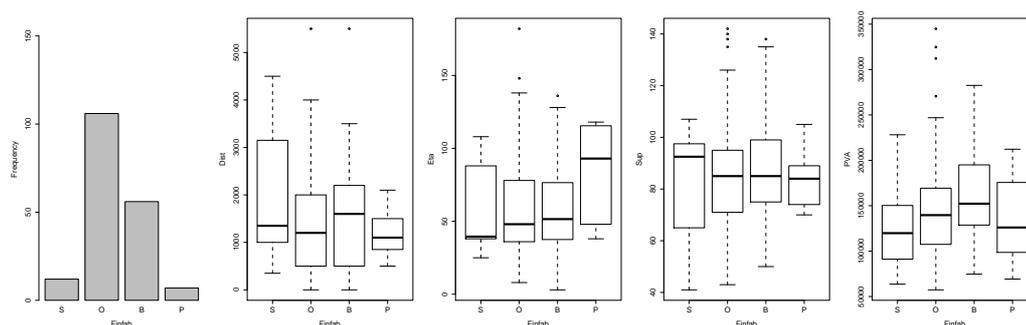


Grafico 3.24: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Finfab

### Stato di manutenzione del fabbricato (Manfab)

Viene evidenziato come la presenza di uno stato manutentivo ottimo è associata a interventi di nuova edificazione o di importante ristrutturazione avvenuta in immobili collocati in zone centrali la cui influenza sul valore pare notevole anche se supportata da pochi casi. La maggioranza degli immobili presenta caratteristiche ordinarie con una relazione positiva sul prezzo al crescere dello stato manutentivo (vedi Grafico 3.25).

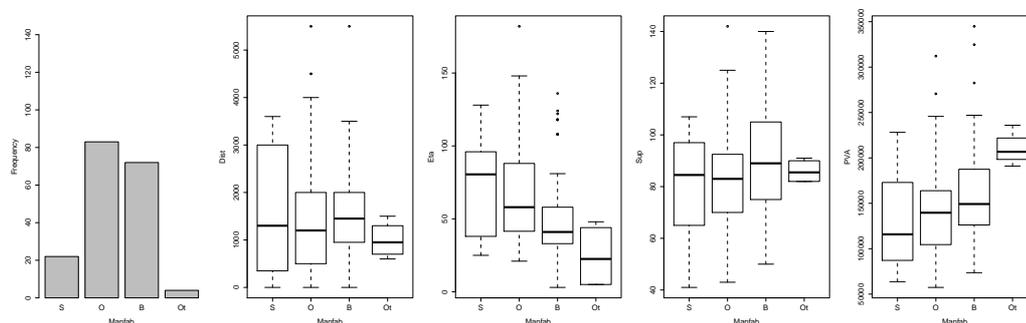


Grafico 3.25: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Manfab

## Ascensore (Asc)

La presenza di impianti di sollevamento all'interno degli edifici caratterizza poco più del 60% degli immobili rilevati è associata a costruzioni con vetustà minore e sembra avere un apporto positivo su lprezzo rilevato (vedi Grafico 3.26).

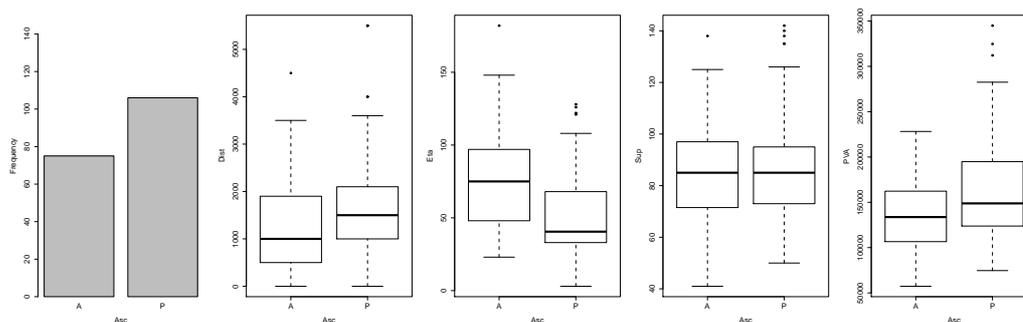


Grafico 3.26: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Asc

## Corte condominiale (Corte)

La maggioranza degli immobili non presenta una corte interna, l'attributo sembra maggiormente presente negli immobili più centrali dunque la variabile risulta correlata negativamente rispetto al prezzo rilevato (vedi Grafico 3.27).

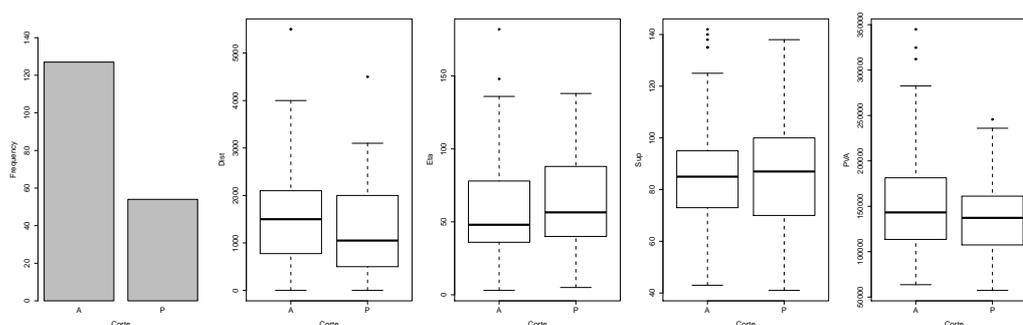


Grafico 3.27: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Corte

## Giardino condominiale (Giarc)

Meno del 15% degli immobili presenta la possibilità di accesso ad un giardino condominiale che caratterizza immobili di più recente costruzione. La variabile è correlata positivamente rispetto al prezzo anche se poco supportata dato il poco

numero di casi (vedi Grafico 3.28).

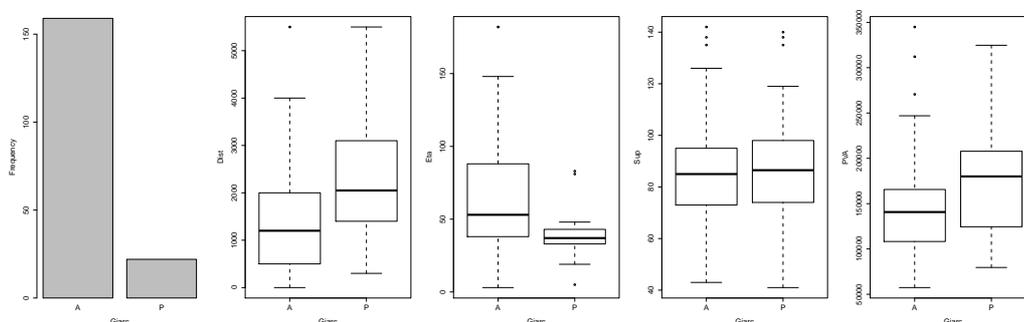


Grafico 3.28: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Giarc

### Parceggio condominiale (Pcond)

Simile situazione rispetto alla precedente si riscontra per la presenza di aree di sosta ad utilizzo condominiale (vedi Grafico 3.29).

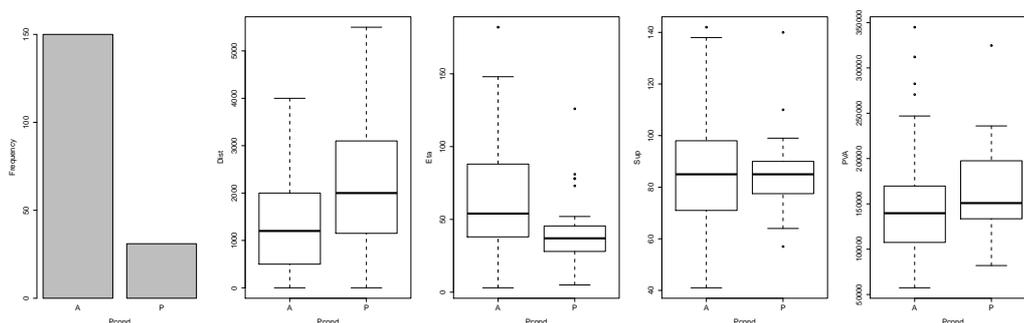


Grafico 3.29: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Pcond

### Struttura portante (Stut)

Non sono presenti all'interno del campione immobili aventi strutture portanti in acciaio o elementi prefabbricati. Gli immobili aventi struttura portante in muratura presentano generalmente una vetust  pi  elevata ed una distanza dal centro minore. La presenza di una struttura portante in cemento armato sembra influire sul prezzo degli immobile forse anche perch  correlata ad una minor grado di vetust  dello stesso (vedi Grafico 3.30).

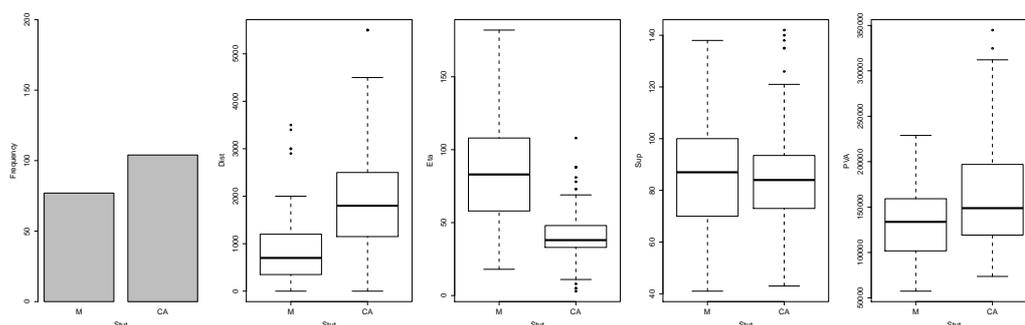


Grafico 3.30: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Stut

## Caratteristiche tecnologiche dell'unità immobiliare

### Finiture del fabbricato (Finimm)

Nel complesso gli immobili presentano un livello di finiture interne ordinario o buono con un influenza non troppo marcata sul prezzo se non per i pochi immobili che presentano finiture pregiate presenti in aree centrali e con ridotto grado di vetust  (vedi Grafico 3.31).

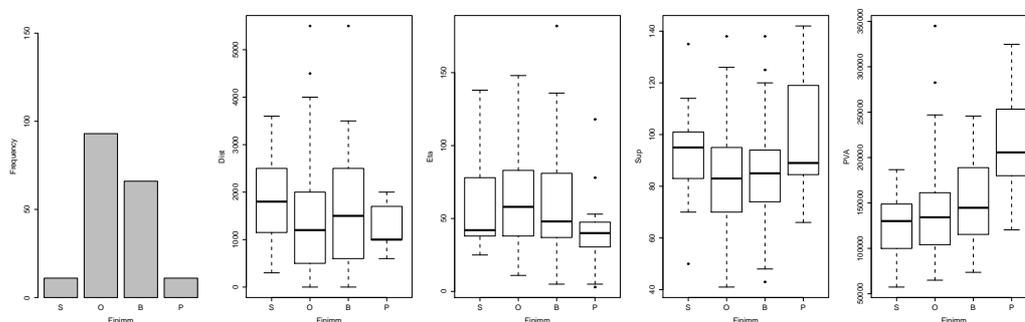


Grafico 3.31: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Finimm

### Stato di manutenzione dell'immobile (Manimm)

Le considerazioni svolte per le finiture si traducono sulla variabile che indica il livello di manutenzione interna degli immobili, pare pi  marcata per  rispetto alla variabile precedente la relazione rispetto al prezzo registrato (vedi Grafico 3.32).

### 3.2.3 Le variabili indipendenti qualitative

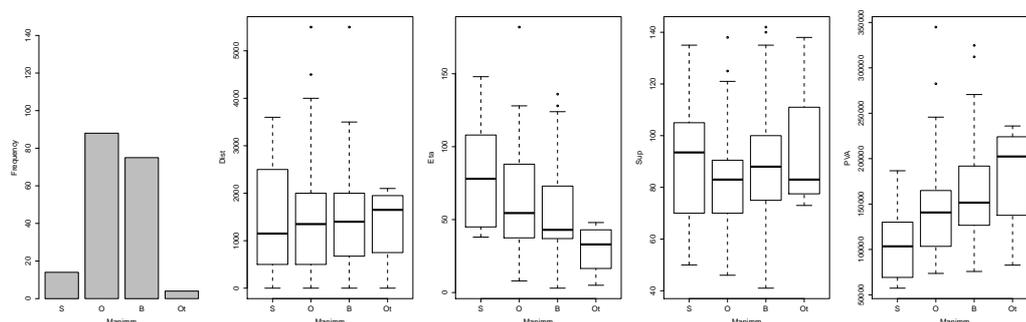


Grafico 3.32: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Manimm

### Riscaldamento autonomo (Risce)

La maggioranza degli immobili, circa il 60%, presenta un impianto di riscaldamento centralizzato. La presenza di riscaldamento autonomo è associata ad un grado di vetust  minore. Non sembra essere significativa l'influenza di questa caratteristica sul prezzo (vedi Grafico 3.33).

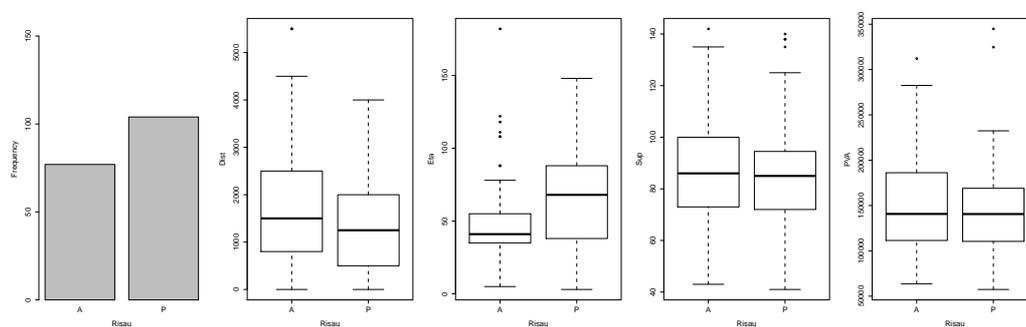
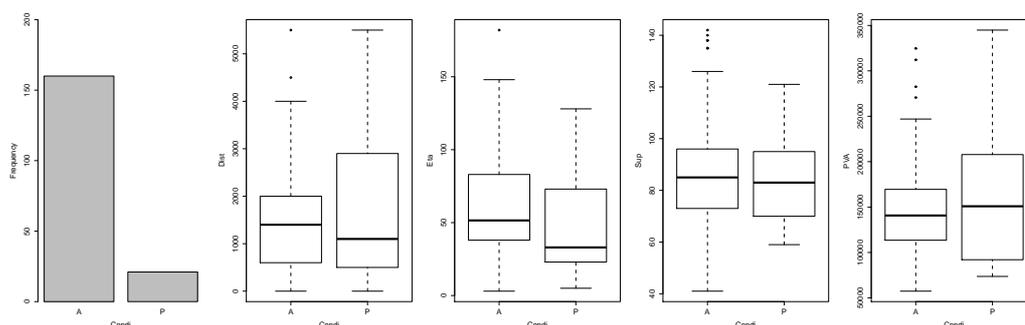


Grafico 3.33: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Risce

### Impianto di condizionamento (Condi)

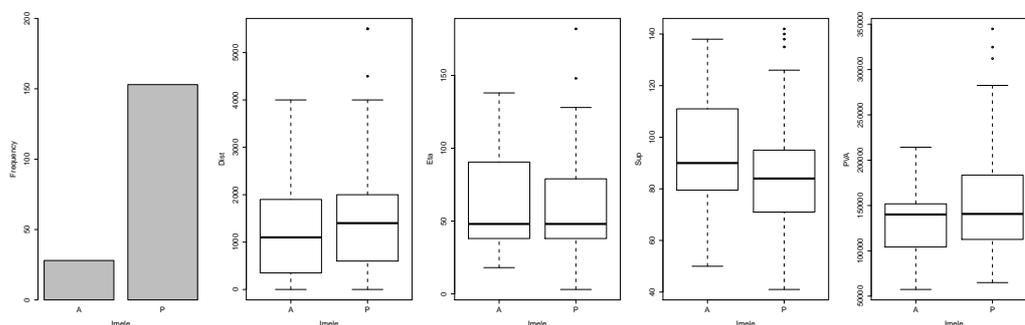
L'impianto di condizionamento   presente in meno di 15% delle unit  campionate e non sembra influire molto sul prezzo (Grafico 3.34).



*Grafico 3.34: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Condi*

### Impianto elettrico a norma (Imele)

Solo il 15% degli immobili non presenta un impianto elettrico a norma (vedi Grafico 3.35), data la difficoltà di rilevazione di questo aspetto da parte di rilevatori non professionali sembra che l'assenza di questa caratteristica sia stata legata ad un basso livello manutentivo dell'unità piuttosto che ad una reale messa a norma dell'impianto.



*Grafico 3.35: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Imele*

### Isolamento acustico (Isolacu)

Anche questa variabile sembra più legata agli aspetti manutentivi dell'immobile, soprattutto dalla presenza di infissi in buono stato e maggiormente schermanti rispetto al rumore proveniente dall'esterno.

### 3.2.3 Le variabili indipendenti qualitative

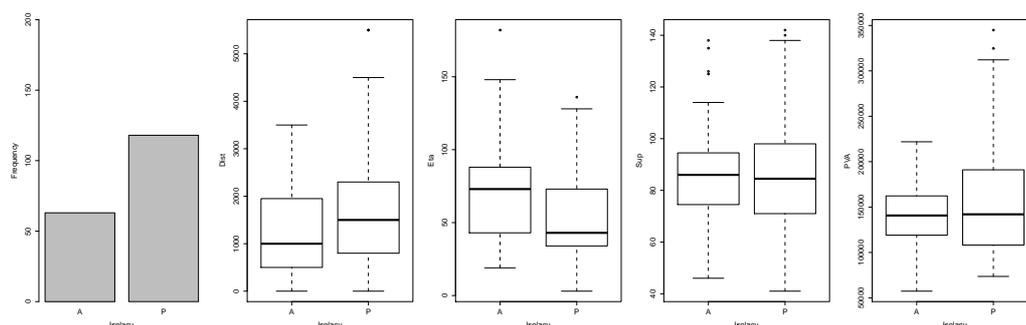


Grafico 3.36: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Isolacu

### Posto auto scoperto privato (Pscop)

Solo una porzione esigua degli immobili, posti in aree periferiche, ha a disposizione un posto auto esterno di pertinenza esclusiva. La presenza di questa caratteristica sembra avere un'influenza apprezzabile sul prezzo (vedi Grafico 3.37).

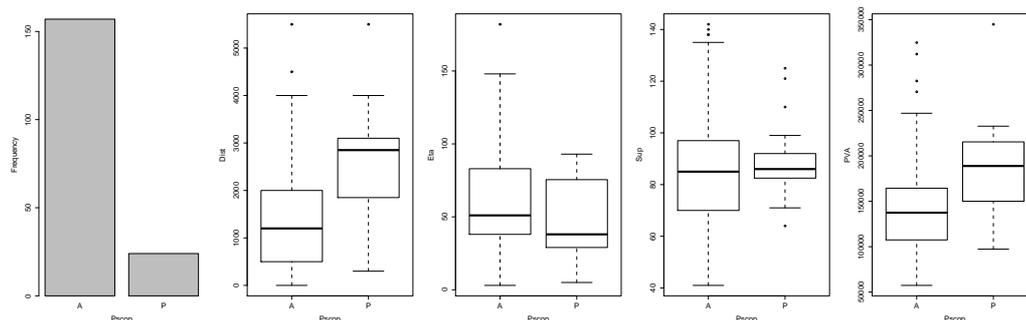


Grafico 3.37: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Pscop

### Posto auto coperto privato (Pcop)

Vale quanto detto sopra notando solo che tale caratteristica è posseduta da un numero ancora minore di alloggi, circa il 5%.

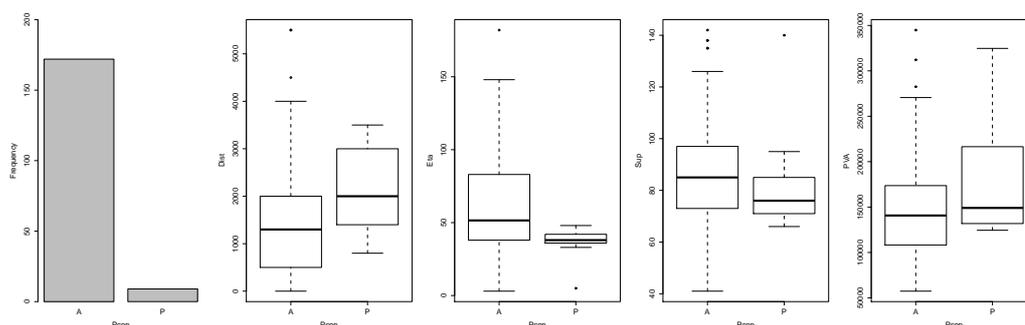


Grafico 3.38: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Pcop

### Garage privato (Box)

La presenza di un box auto sembra influenzare notevolmente il valore dell'immobile anche se pochi immobili, di recente costruzione, possiedono tale caratteristica (vedi Grafico 3.39). Da notare come sussiste una forte correlazione fra la presenza di questa caratteristica e una superficie dell'immobile elevata, a dimostrazione del procedimento di calcolo della superficie utilizzata che include anche la presenza delle pertinenze tramite coefficienti di ponderazione.

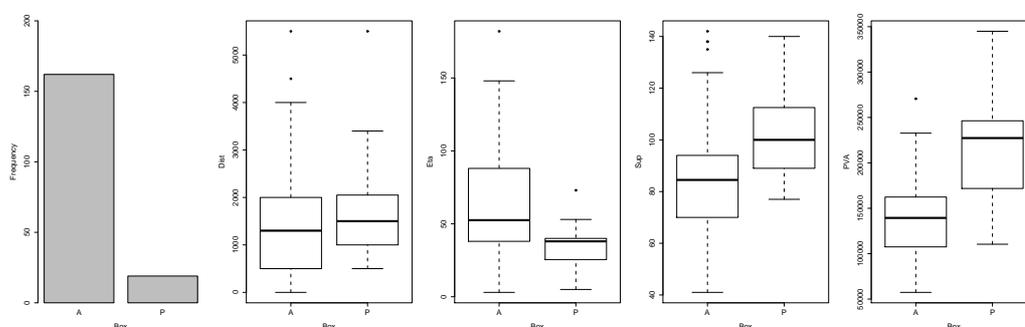


Grafico 3.39: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Box

### Cantina (Cant)

Segnala la presenza o meno di un'area di pertinenza esclusiva all'alloggio destinata a cantina. Un quarto degli immobili dispongono anche di una pertinenza adibita a cantina, la variabile sembra anch'essa correlata alla superficie per quanto precedentemente osservato ma non pare influenzare il prezzo registrato (vedi Grafico 3.40).

### 3.2.3 Le variabili indipendenti qualitative

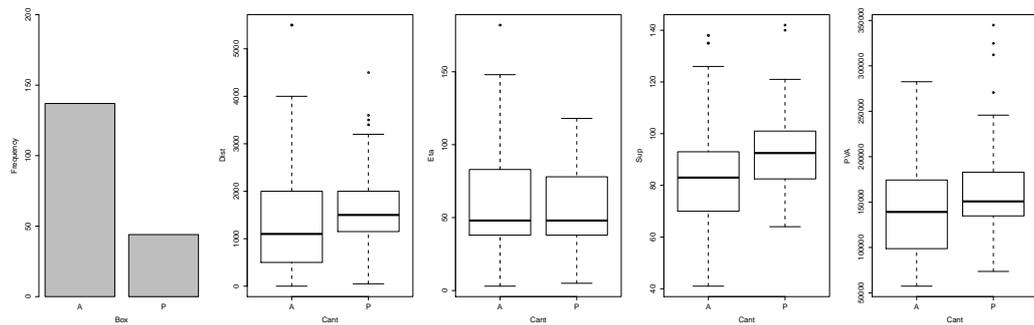


Grafico 3.40: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Cant

### Soffitta (Soff)

Poche unità presentano la disponibilità di una pertinenza adibita a soffitta e l'eventuale presenza non sembra influire sul prezzo (vedi Grafico 3.41).

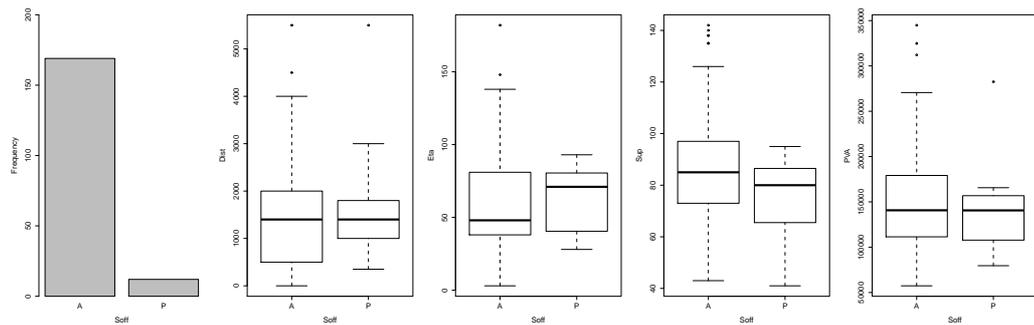


Grafico 3.41: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Soff

### Verde di pertinenza esclusiva (Verd)

Sono pochissime le unità che possiedono una pertinenza esclusiva a giardino, dato comprensibile visto le caratteristiche del tessuto urbano di riferimento. Le poche unità che presentano tale caratteristica presentano superfici e prezzi mediamente superiori (vedi Grafico 3.42).

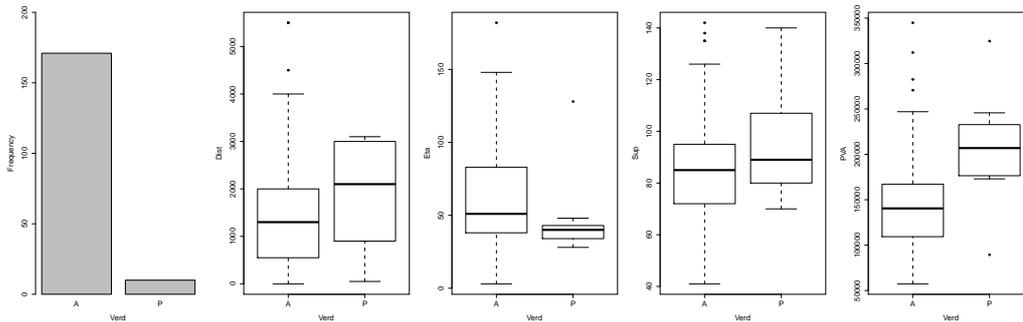


Grafico 3.42: Grafico a barre e distribuzione delle principali variabili qualitative e dei prezzi rilevati rispetto alla variabile Verd

### 3.2.4 L'analisi di correlazione

L'analisi fin'ora svolta ha permesso di mettere in evidenza, a livello qualitativo, le relazioni che sussistono fra le caratteristiche degli immobili ed il loro prezzo di compravendita.

Una prima analisi quantitativa delle relazioni che intercorrono fra le variabili osservate si ottiene tramite il calcolo del coefficiente di correlazione di Pearson<sup>84</sup>  $\rho_{xy}$ . Il calcolo dei coefficienti, e la successiva predisposizione della matrice di correlazione, permette di ottenere una serie di indicazioni utili all'estimatore ai fini della comprensione della struttura del campione di compravendite e quindi dell'andamento del mercato immobiliare nel luogo di riferimento (Chudleigh, 1979). Il coefficiente di correlazione, infatti, permette di rilevare la tendenza di una variabile a variare in funzione di un'altra, esprimendone il verso e la forza relativa di tale relazione. Particolarmente utile, ai fini della predisposizione dei procedimenti estimativi econometrici, risulta l'individuazione delle variabili che più di altre risultano correlate significativamente<sup>85</sup> al prezzo di mercato dell'immobile (PVA).

84 Il coefficiente di correlazione di Pearson si definisce come il rapporto tra la covarianza delle due variabili ed il prodotto della loro deviazione standard:

$$-1 \leq \rho_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_y)^2}} \leq 1$$

Valori uguali o prossimi alla zero indicano assenza di correlazione, la quale però non implica anche l'indipendenza, valori maggiori di 0,3 e minori di 0,7 una correlazione moderata mentre valori maggiori di 0,7 una forte correlazione fino al valore limite di uno il quale individua il caso di perfetta correlazione tra le variabili.

85 Per correlazioni significative si intende quelle aventi un indice di correlazione maggiore di 0,2 ed un p-

Dall'osservazione della matrice di correlazione (vedi Allegato 1) si possono individuare ventidue variabili significative (vedi Tabella 3.6).

Variabili	$\rho_{xPVA}$	p-value
Sup	0,58	0,000
Box	0,49	0,000
Qaria	0,35	0,000
Finimm	0,32	0,000
Spa	0,31	0,000
Pscop	0,31	0,000
Pros	0,31	0,000
Vista	0,28	0,000
Verd	0,28	0,000
Manimm	0,28	0,000
Stut	0,27	0,000
Dist	0,25	0,001
Den	0,25	0,001
Qpae	0,24	0,001
Manfab	0,24	0,001
Cant	0,24	0,001
Asc	0,24	0,001
Luce	0,22	0,000
Giarc	0,21	0,004
Tpub	-0,23	0,002
Scom	-0,35	0,000
Eta	-0,36	0

Tabella 3.6: Variabili del campione che presentano correlazione significativa con il prezzo di vendita (PVA)

La variabile che risulta maggiormente correlata al prezzo di vendita, come atteso, è la superficie dell'unità immobiliare (Sup) seguita dalla presenza o meno di un box auto (Box). I segni dei coefficienti delle rimanenti variabili rispettano i normali a priori ad eccezione dell'effetto sul valore della distanza (Dist) e sulla presenza di servizi pubblici nelle vicinanze degli immobili di riferimento (Scom, Tpub). Tale effetto anomalo conferma quanto osservato precedentemente nell'analisi qualitativa ovvero la presenza all'interno del campione di riferimento di immobili collocati in aree centrali, in cui si riscontra maggiore la presenza di servizi, con caratteristiche e prezzi mediamente inferiori rispetto a quelli collocati nelle aree semicentrali e periferiche. Questo fatto è dovuto sia un meccanismo di selezione del campione dovuto alle particolari

value minore di 0,05.

caratteristiche dei soggetti rilevatori ma anche una caratteristica del mercato immobiliare della città di Trieste che presenta un'area centrale vasta, caratterizzata da un edificato di pregio ma con uno stato di manutenzione non ottimale e dalla forte mancanza di aree di sosta per le automobili soprattutto nelle aree centrali.

Di seguito (vedi Tabella 3.7) si riportano i coefficienti di correlazione fra prezzo di vendita e variabili cardinali nel caso in cui queste ultime subiscano una trasformazione logaritmica. Come si può osservare la trasformazione logaritmica di queste variabili non comporta un particolare aumento della relazione con il prezzo di vendita.

Variabili	$\rho_{xPVA}$	p-value
log(Sup)	0,59	0,000
log(Dist)	0,28	0,000
log(Eta)	-0,38	0

Tabella 3.7: Indici di correlazione con il PVA per le trasformate logaritmiche delle variabili cardinali

Di seguito (vedi Tabella 3.8, Tabella 3.9) sono riportate le variabili significative nel caso in cui il prezzo rilevato venga trasformato in logaritmo e nella successiva tabella i valori dell'indice di correlazione nel caso che anche le variabili cardinali subiscano una trasformazione logaritmica. Le variabili maggiormente significative rimangono le medesime rispetto al caso lineare, si osserva, inoltre, un aumento della correlazione fra superficie e prezzo di vendita e modesti cambiamenti dell'indice di correlazione per le altre variabili.

Variabili	$\rho_{xlogPVA}$	p-value
Sup	0,60	0,0000
Box	0,42	0,0000
Qaria	0,35	0,0000
Manimm	0,31	0,0000
Spa	0,30	0,0000
Pscop	0,30	0,0000
Pros	0,30	0,0000
Finimm	0,30	0,0000
Vista	0,26	0,0004
Manfab	0,26	0,0004
Luce	0,26	0,0004
Dist	0,26	0,0005
Verd	0,25	0,0009
Stut	0,25	0,0006

Variabili	$\rho_{x \log PVA}$	p-value
Cant	0,25	0,0009
Qpae	0,23	0,0018
Asc	0,23	0,0019
Giarc	0,20	0,0069
Den	0,19	0,0096
Tpub	-0,20	0,0073
Scom	-0,32	0,0000
Eta	-0,37	0,0000

Tabella 3.8: Variabili del campione che presentano correlazione significativa con il prezzo di vendita trasformato in logaritmo  $\log(PVA)$

Variabili	$\rho_{x \log PVA}$	p-value
$\log(\text{Sup})$	0,63	0,000
$\log(\text{Dist})$	0,30	0,000
$\log(\text{Eta})$	-0,37	0,000

Tabella 3.9: Indici di correlazione con il PVA per trasformate logaritmiche delle variabili cardinali

### 3.3 L'applicazione del modello DRSA come procedimento di stima

#### 3.3.1 La costruzione del programma

L'implementazione della teoria DRSA come ausilio alla predisposizione del giudizio di stima ha richiesto la creazione di un algoritmo informatico. È stato, dunque, sviluppato un programma in linguaggio R di cui si riportata il listato in allegato.

Tale programma si compone di tre parti funzionali:

- la prima in cui viene letto il campione di dati, suddiviso nei due sottocampioni del training set e del testing set e calcolata la matrice che identifica tutti i possibili sottoinsiemi dei criteri condizionali;
- la seconda in cui avviene l'estrazione dell'insieme completo di regole decisionali per il training set basate sull'approccio della dominanza;
- l'ultima parte in cui le regole generate vengono utilizzate per la stima di ogni immobile appartenente all'insieme del *testing set*.

L'ultima fase è quella che riveste il maggior interesse dal punto di vista estimativo. In tale fase, infatti, avviene l'assegnazione del bene oggetto di stima alla classe di valore individuata grazie alle regole generate dal metodo DRSA sulla base delle informazioni desunte dal *training set*. Tale classe di valore è individuata sotto forma di un intervallo costituito dalle regole *at least* e le regole *at most* supportate dall'immobile oggetto di stima.

La determinazione di tale intervallo non è univoca. Infatti, il bene oggetto di stima può soddisfare più tipi di regole, sia *at least* che *at most*, le quale possono venire generate dagli stessi casi presenti all'interno del *training set* ma sulla base di un diverso sottoinsieme delle caratteristiche condizionali. È necessario, dunque, imporre una regola di selezione in modo da determinare un intervallo univoco. La scelta per cui si è optato nella costruzione del programma è ricaduta sulla selezione della regola *at least* che esprime il valore di stima massimo e sulla regola *at most* che esprime il valore di stima minimo. In questo modo si cerca di individuare la classe di valore avente la minima ampiezza. Insieme all'intervallo di stima il programma riporta l'intersezione fra gli insieme di beni che supportano le regole che costituiscono l'intervallo. Nel caso di intersezione vuota vengono riportati i soli beni che generano l'intervallo. In questo modo è possibile fornire all'estimatore non solo un'indicazione sull'intervallo di valore ma anche sui beni, presenti nel campione, più simili all'immobile da stimare.

Al fine di testare le capacità predittive del metodo DRSA sono stati predisposti, attraverso una procedura di estrazione casuale, dieci partizioni del campione in insiemi di *training* e di *testing*, contenenti rispettivamente, all'incirca, l'ottanta per cento ed il venti per cento dei dati disponibili.

Sulla base dell'analisi qualitativa del campione le caratteristiche giudicate più significative ai fini di interpretare il valore degli immobili nella città di Trieste sono le seguenti:

- Distanza dal centro (Dist)<sup>86</sup>;
- Possibilità di parcheggio nelle vicinanze (Spa);

---

<sup>86</sup> Anche se l'indagine qualitativa non ha mostrato una particolare influenza di tale caratteristica si è ritenuto opportuno inserirla nel modello in modo tale da permettere la selezione di casi omogenei per distanza.

- Presenza di servizi commerciali (Scom);
- Qualità dell'aria (Qaria);
- Età dell'immobile (Eta);
- Superficie (Sup);
- Finiture dell'unità immobiliare (Finimm);
- Stato di manutenzione dell'unità immobiliare (Manimm);
- Posto auto scoperto privato (Pscop);
- Garage privato (Box).

Le regole sono state generate prendendo in considerazione sottoinsiemi di criteri condizionali costituiti da almeno cinque caratteristiche. Tale scelta è stata adottata in modo tale da evitare di individuare gli intervalli di stima sulla base di regole sostenute da un numero di criteri troppo esiguo e, dunque, poco significativo.

### 3.3.2 I risultati ottenuti

I risultati ottenuti dall'applicazione del modello sulle dieci partizioni casuali del campione di dati raccolto sono presentati in modo riassuntivo nella seguente tabella:

Tabella 3.10 - Risultati sintetici della capacità predittiva del modello DRSA per le dieci partizioni create dal campione di dati raccolto.

Partizione	n. casi nel testing set	Immobili il cui valore ricade all'interno dell'intervallo stimato dal metodo DRSA	Immobili il cui valore non ricade all'interno dell'intervallo stimato dal metodo DRSA	Immobili per i quali l'intervallo stimato non risulta congruente	Errore Assoluto medio	Errore Assoluto relativo medio
SET_1	30	13	10	7	22.746	16,35%
SET_2	41	16	5	20	24.336	19,20%
SET_3	35	9	8	18	21.992	15,51%
SET_4	37	8	10	19	20.310	15,43%
SET_5	46	14	14	18	20.988	15,98%
SET_6	40	11	8	21	18.027	12,49%
SET_7	42	9	11	22	19.263	12,71%
SET_8	33	12	7	14	20.590	13,81%
SET_9	33	9	4	20	21.418	17,85%
SET_10	31	9	6	16	23.075	17,03%

Dai risultati riportati nella tabella 3.10 è possibile osservare come il modello DRSA riesce a collocare il bene da stimare in un corretto intervallo di valore all'incirca per il venticinque per cento dei beni presenti all'interno del *testing set*. Per un altro venticinque per cento il valore del bene non risulta ricadere all'interno dell'intervallo stimato, per il restante cinquanta per cento l'intervallo di stima non risulta congruente<sup>87</sup>. A fini puramente esplicativi si è deciso di fornire anche un errore di stima, per i casi in cui l'intervallo di stima valutato dal metodo DRSA risulti congruente. Tale errore è valutato sottraendo al valore degli immobili appartenenti al *testing set*, il valore stimato dal metodo DRSA calcolato come media degli estremi dell'intervallo. L'errore medio risulta pari a circa 21.000 euro in termini assoluti corrispondente ad un errore di stima, in termini relativi, del 15%.

<sup>87</sup> La non congruenza si verifica nei casi in cui l'intervallo di stima proposto dal metodo venga individuato da una regola at most che indica un valore minore di quello indicato dalla regola at least o viceversa.

In modo da focalizzare l'attenzione sui risultati dell'applicazione del modello DRSA si riporta nella tabella 3.11 l'output del programma per una delle partizioni considerate, l'ottava.

Tabella 3.11 - Esempio di output dell'applicazione del programma sviluppato in linguaggio R per uno dei dieci testing set analizzati.

Identificativo testing set	Massima regola at least	Valore del bene	Minima regola at most	Identificativo dei beni che generano l'intervallo		Identificativo dei beni derivanti dall'intersezione fra l'insieme dei casi che supportano la regola at least e l'insieme dei casi che supportano la regola at most
1	69.226	69.276	57.369	4	1	
2	73.605	74.655	75.770	5	7	7
3	161.282	85.392	127.500	99	57	
4	81.182	88.434	81.182	12	12	12
5	81.182	89.842	64.946	12	3	
6	81.940	97.419	75.770	14	7	
7	82.774	111.427	162.365	15	101	61 68
8	149.376	115.366	202.878	86	126	
9	75.770	119.068	126.018	6	52	
10	139.100	123.645	139.100	67	67	67
11	217.548	127.500	124.480	135	49	
12	174.272	129.892	124.480	111	50	
13	139.740	130.050	63.672	70	2	
14	102.831	135.252	162.365	32	102	65 89 94
15	102.831	137.445	162.365	32	102	65 89 94
16	192.474	140.716	130.269	119	61	
17	98.692	140.716	139.100	30	67	67
18	102.831	142.340	134.222	32	64	
19	143.263	149.037	148.569	79	83	
20	148.569	151.541	165.612	82	105	
21	148.569	151.541	148.569	83	83	83
22	150.858	159.118	136.386	87	66	
23	197.676	162.365	164.421	125	103	
24	102.831	165.612	179.143	32	113	32 55 58 59 73 74 93 98 99 105 113
25	227.311	169.320	227.311	137	137	137
26	102.831	179.143	64.946	32	3	
27	212.242	183.600	227.311	132	137	137
28	150.858	188.884	119.068	87	44	
29	119.229	191.017	126.018	45	52	

30	149.376	191.017	190.292	86	117	
31	193.755	200.250	196.245	121	124	
32	282.515	228.160	246.943	145	143	
33	221.899	232.723	196.245	136	124	

I beni appartenenti al *training set* sono posti dal programma in ordine crescente rispetto al valore. Gli identificativi riportati nell'output non rappresentano, dunque, solo il riferimento al caso che ha generato la regola ma anche la sua posizione all'interno della scala dei valori costituita sulla base delle informazioni contenute nel *training set*.

Osservando l'output del programma si evidenzia come un approfondimento di indagine da parte dell'estimatore può portare ad un miglioramento delle indicazioni fornite in prima istanza dal metodo. Il fatto che le regole siano legate in modo stretto ai casi che le generano, infatti, dà la possibilità all'estimatore di instaurare un controllo sulla significatività delle regole e dei casi dalle quali vengono generate.

Si prenda il caso in cui il metodo restituisca un intervallo di valori non congruenti, come nell'esempio dell'immobile 22 del *testing set*. In tal caso il modello indica che, date le caratteristiche dell'immobile oggetto di stima, il suo valore dovrebbe risultare maggiore a 150.858 euro ed inferiore a 136.386 euro. L'estimatore, per questo tipo di casi, può intervenire in modo tale da eliminare le cause che generano l'incongruenza ovvero verificare le caratteristiche delle regole che generano l'intervallo provvedendo ad eliminare quelle che possono essere giudicate meno rappresentative o individuate da casi particolari (*outlier*,) all'interno del campione di riferimento. Nell'esempio riportato l'immobile da stimare presenta le seguenti caratteristiche:

Dist	Eta	Sup	Scom	Spa	Qaria	Finimm	Manimm	Pscop	Box
150	55	92	2	2	3	3	3	0	0

La regola *at most* che individua il limite superiore dell'intervallo risulta la seguente:

$$\text{if } Dist \leq 400 \ \& \ \text{Eta} \geq 38 \ \& \ \text{Sup} \leq 92 \ \& \ \text{Pscop} \leq 0 \ \& \ \text{Box} \leq 0 \ \text{ then} \quad (3.1) \\ \text{Valore} \leq 136.386 \text{ €}$$

Generata dal seguente immobile presente all'interno del *training set*:

Dist	Eta	Sup	Scom	Spa	Qaria	Finimm	Manimm	Pscop	Box
400	38	92	3	1	2	1	1	0	0

La regola *at least* che individua il limite inferiore dell'intervallo risulta la seguente:

$$\text{if } Sup \geq 67 \ \& \ \text{Scom} \geq 1 \ \& \ \text{Qaria} \geq 3 \ \& \ \text{Finimm} \geq 3 \ \& \ \text{Manimm} \geq 3 \ \text{ then} \quad (3.2) \\ \text{Valore} \geq 150.858 \text{ €}$$

Generata dal seguente immobile presente all'interno del *training set*:

Dist	Eta	Sup	Scom	Spa	Qaria	Finimm	Manimm	Pscop	Box
3500	36	67	1	3	3	2	2	0	0

Tali regole possono essere giudicate poco rappresentative al fine di stimare il valore dell'immobile oggetto di stima. In modo tale da ottenere un intervallo di stima congruente l'estimatore può considerare, dunque, le successive regole *at least* e *at most* che si applicano al caso di stima ma che presentano valori rispettivamente minori e maggiori dei limiti inferiore e superiore dell'intervallo.

Si può, dunque, osservare la successiva regola *at most che* indica un valore di stima almeno pari a 179.143 euro. Secondo la seguente regola:

$$\text{if } Dist \leq 1000 \ \& \ \text{Sup} \leq 95 \ \& \ \text{Finimm} \leq 3 \ \& \ \text{Pscop} \leq 0 \ \& \ \text{Box} \leq 0 \ \text{ then} \quad (3.3) \\ \text{Valore} \leq 179.143 \text{ €}$$

Generata dal seguente immobile presente all'interno del *training set*:

Dist	Eta	Sup	Scom	Spa	Qaria	Finimm	Manimm	Pscop	Box
1000	85	95	3	2	1	3	2	0	0

La successiva regola *at least* indica un valore di stima pari o superiore ai 149.367 euro. Secondo la seguente regola:

$$\text{if } Sup \geq 87 \ \& \ \text{Scom} \geq 2 \ \& \ \text{Spa} \geq 1 \ \& \ \text{Qaria} \geq 2 \ \& \ \text{Finimm} \geq 3 \ \& \ \text{Manimm} \geq 3 \ \text{then } \text{Valore} \geq 149.367 \text{ €} \quad (3.4)$$

Generata dal seguente immobile presente all'interno del *training set*:

Dist	Eta	Sup	Scom	Spa	Qaria	Finimm	Manimm	Pscop	Box
2000	52	87	2	1	2	3	3	0	0

L'intervallo di stima a questo punto non risulta contraddittorio indicando un valore compreso fra 149.367 euro e 179.143 euro.

Nel caso in cui l'intorno di stima risulti congruente ma ampio si può osservare come il metodo DRSA possa aiutare l'estimatore ad identificare quei casi, oltre a quelli che generano l'intervallo, più omogenei e rappresentativi rispetto all'immobile oggetto di stima. Si prenda ad esempio l'immobile 7 del *testing set* avente le seguenti caratteristiche:

Dist	Eta	Sup	Scom	Spa	Qaria	Finimm	Manimm	Pscop	Box
2900	48	75	3	2	2	2	2	0	0

Per questo caso, il valore di stima indicato risulta compreso fra 82.774 euro e 162.365 euro. L'intersezione fra gli insiemi che supportano le due regole che generano l'intervallo restituisce il sottoinsieme costituito dai seguenti beni appartenenti al *training set*:

Dist	Eta	Sup	Scom	Spa	Qaria	Finimm	Manimm	Pscop	Box	Valore
1500	33	73	3	2	2	2	2	0	0	130269
800	38	75	3	3	3	2	2	0	0	139634

Come si può osservare tali beni presentano caratteristiche molto omogenee rispetto



1. la tabella in cui vengono indicati gli intervalli in cui vengono ripartiti i criteri di stima considerati nel modello;
2. la tabella contenente le informazioni, prestazione per ogni criterio e valore noto, per i beni comparabili;
3. la tabella dei valori unitari stimati dal modello per gli estremi dei vari intervalli insieme alla stima dei valori marginali medi per ogni intervallo;
4. la tabella dei valori unitari dei beni comparabili valutati, per ogni criterio, mediante interpolazione fra i valori unitari stimati per l'intervallo di prestazione corrispondente;
5. la tabella contenente la stima del valore per ogni bene comparabile, ottenuta moltiplicando i valori unitari stimati nella tabella 4 per l'ammontare delle caratteristiche presenti nella tabella 2, insieme al calcolo dell'errore di stima assoluto e percentuale.

La stima dei valori unitari per gli estremi dei vari intervalli, presenti nella tabella 3, può essere effettuata mediante il problema di programmazione lineare, presentato nella 2.47, facilmente implementabile mediante il risolutore lineare disponibile con il software (vedi figura 3.2). A tal fine è necessario impostare il risolutore lineare nel seguente modo:

- il parametro da ottimizzare è il massimo errore di stima  $\epsilon$  contenuto in una qualsiasi cella vuota del foglio di lavoro;
- le celle da modificare sono quelle contenenti i valori unitari per gli estremi degli intervalli, tabella 3, e la stessa cella contenete il massimo errore di stima  $\epsilon$  ;
- i vincoli sono costituiti impostando che gli errori di stima del modello, tabella 5, debbano risultare minori o uguali al valore espresso dalla cella contenete il massimo errore di stima;
- l'obiettivo è la minimizzazione dell'errore massimo di stima.



Tabella 3.12 - Sottocampione dei dati raccolti sulla base del quale è stata testata la capacità predittiva del metodo UTA con procedura holdout sample.

Caso	Dist	Eta	Sup	Scom	Spa	Qaria	Finimm	Manimm	Pscop	Box	Valore	Valore unitario
1	50	128	70	2	1	2	2	2	0	0	89360	1277
2	50	111	59	3	2	1	2	2	0	0	84836	1438
3	50	122	60	3	1	2	3	2	0	0	74655	1244
4	50	108	120	3	1	1	3	3	0	0	174272	1452
5	50	23	111	3	1	1	2	2	0	0	145327	1309
6	50	51	66	3	1	1	2	1	0	0	69276	1050
7	50	126	81	3	1	2	2	2	0	0	97419	1203
8	50	124	100	3	1	1	3	3	0	0	140283	1403
9	50	88	87	3	1	2	2	3	0	0	134222	1543
10	50	28	138	3	3	2	3	4	0	0	192474	1395
11	100	103	70	3	1	2	2	3	0	0	87664	1252
12	150	53	83	3	2	2	2	2	0	0	128809	1552
13	150	55	92	2	2	3	3	3	0	0	159118	1730
14	250	128	70	3	1	1	2	3	0	0	101749	1454
15	250	43	57	3	1	2	3	3	0	0	108243	1899
16	250	68	46	3	1	2	2	2	0	0	75770	1647

Come si può osservare i dati presenti nel campione presentano una rilevante disomogeneità con valori che variano dai 75.000 euro ai 174.000 euro e valori unitari fra i 1.000 e i 2.000 euro al metro quadro. L'applicazione del metodo nella sua forma più semplice secondo il problema di programmazione introdotto alla 2.47, sia come stima diretta sia nella forma dell'AGM introdotta nella 2.54, ha portato ai risultati riassunti nella seguente tabella:

Tabella 3.13 - Capacità predittive del modello nella sua implementazione in assenza di vincoli.

CASO	V	STIMA		ERR		ERR.%	
		UTA	UTA-AGM	UTA	UTA-AGM	UTA	UTA-AGM
1	89360	88798	88798	-562	-562	-1%	-1%
2	84836	243633	243633	158797	158797	187%	187%
3	74655	117943	117943	43288	43288	58%	58%
4	174272	187665	187665	13393	13393	8%	8%
5	145327	161677	161677	16350	16350	11%	11%
6	69276	379397	379397	310121	310121	448%	448%
7	97419	93194	93194	-4225	-4225	-4%	-4%
8	140283	132118	132118	-8165	-8165	-6%	-6%
9	134222	359199	359199	224977	224977	168%	168%
10	192474	972611	972611	780137	780137	405%	405%
11	87664	113090	113090	25426	25426	29%	29%
12	128809	-40488	-40488	-169297	-169297	-131%	-131%
13	159118	159868	159868	750	750	0%	0%
14	101749	-82596	-82596	-184345	-184345	-181%	-181%
15	108243	163859	163859	55616	55616	51%	51%
16	75770	-73934	-73934	-149704	-149704	-198%	-198%

Come si osserva in assenza di vincoli il metodo risulta inutilizzabile a fini estimativi. Ciò è dovuto al fatto che il modello di ottimizzazione porta ad una soluzione in grado di descrivere perfettamente il fenomeno osservato nel campione di dati, tutte le simulazioni infatti restituiscono un massimo errore prossimo allo zero, perdendo però la capacità di generalizzazione al di fuori del campione analizzato.

Risultati molto diversi si ottengono nel caso si obblighi il modello a rispettare i vincoli secondo lo schema della 2.52. Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti impostando il problema di programmazione lineare in modo tale da rispettare il principio dell'utilità marginale decrescente, la monotonia delle funzioni, ed il segno negativo per l'influenza delle caratteristiche vetustà (Eta) e distanza dal centro (Dist) e positivo per le rimanenti.

Tabella 3.14 - Capacità predittive del modello nella sua implementazione in presenza di vincoli.

CAS O	V	STIMA		ERR		ERR.%		Intervallo di stima UTA- AGM	
		UTA	UTA- AGM	UTA	UTA- AGM	UTA	UTA- AGM	>	<
1	89360	86555	85233	-2805	-4127	-3,1%	-4,6%	81153	91447
2	84836	78114	77319	-6722	-7517	-7,9%	-8,9%	72949	82791
3	74655	85328	85048	10673	10393	14,3%	13,9%	80036	90119
4	174272	155139	154505	-19133	-19767	-11,0%	-11,3%	151716	157633
5	145327	180261	179156	34934	33829	24,0%	23,3%	174802	185204
6	69276	85571	84237	16295	14961	23,5%	21,6%	80111	90514
7	97419	103381	102451	5962	5032	6,1%	5,2%	98784	107544
8	140283	144178	143236	3895	2953	2,8%	2,1%	138719	149121
9	134222	137907	136950	3685	2728	2,8%	2,0%	132447	142850
10	192474	228747	227958	36273	35484	18,9%	18,4%	225404	232756
11	87664	113005	112053	25341	24389	28,9%	27,8%	107545	117948
12	128809	128781	127400	-28	-1409	0,0%	-1,1%	123321	133724
13	159118	160059	159206	941	88	0,6%	0,1%	154599	165002
14	101749	106926	106051	5177	4302	5,1%	4,2%	101606	111743
15	108243	111567	110356	3324	2113	3,1%	2,0%	106115	116504
16	75770	71650	70477	-4120	-5293	-5,4%	-7,0%	66368	76433

Si osserva come il metodo risulti in grado di fornire utili indicazioni all'estimatore pur in presenza di pochi dati e tenendo in considerazione tutte le informazioni disponibili. L'errore percentuale medio di stima si attesta, infatti, nell'ordine del 9%, gli errori più elevati si osservano per gli immobili aventi caratteristiche peculiari dove i valori stimati risultano generalmente sovrastimati rispetto a quelli effettivamente registrati sul mercato.

## 4 Discussione

### 4.1 L'uso estimativo del DRSA

L'applicazione del metodo DRSA come supporto alla predisposizione del giudizio di stima mostra come esso fornisca un'interpretazione teorica ed, insieme, un sua traduzione algoritmica al processo estimativo di assegnazione dell'immobile oggetto di stima all'interno della scala dei valori costituita dagli immobili comparabili.

Facendo uso di pochissimi a-priori, costituiti dal verso della preferenza da assegnare alle varie caratteristiche considerate, il metodo permette di estrarre delle affermazioni in grado di supportare l'estimatore nel suo giudizio.

Nella sua logica il metodo DRSA si avvicina a quell'approccio ordinale e deduttivo alla comparazione suggerito dagli estimatori "pratici"<sup>89</sup> ed anche al comune processo logico implementato dall'estimatore durante le prime fasi del processo di stima in cui l'obiettivo è quello di fornire un prima indicazione sull'intorno di valore del bene da stimare. Si differenzia, però, da questi in quanto fondato su un processo logico induttivo conseguente alle sue premesse e rigorosamente legato alle informazioni disponibili ovvero ai casi contenuti all'interno del campione di riferimento.

L'applicazione del metodo DRSA sul campione di dati di mercato rilevato nella città di Trieste mostra come tale metodo non risulti, però, in grado di produrre dei risultati soddisfacenti nel caso di una sua applicazione diretta a supporto del procedimento di stima. Tuttavia un approfondimento ed un'interazione da parte dell'estimatore delle informazioni messe a disposizione dal metodo permette di migliorare la sua capacità predittiva supportando il processo di apprendimento del fenomeno analizzato da parte dell'estimatore. Il maggior aspetto positivo del metodo, insieme alla capacità di fornire una prima indicazione di massima del valore di stima, consiste nell'individuazione degli immobili appartenenti al campione più simili al bene da

---

<sup>89</sup> Ci si riferisce alle proposte di Rodgers, Williams e Wilson introdotte nel par. 2.5.3.

stimare. Ciò permette di individuare un sottoinsieme di dati maggiormente omogeneo sul quale può risultare più semplice operare, con l'ausilio di altri procedimenti come l'*adjustment grid method*, per giungere ad esprimere un valore di stima puntuale. Inoltre, le regole generate dal metodo può risultare utile al fine di individuare dei fenomeni non immediatamente manifesti all'interno dei dati come la presenza di segmentazioni di mercato oppure l'importanza di alcune caratteristiche nel definire il valore degli immobili.

## 4.2 L'uso estimativo dell'UTA

Il metodo UTA nella sua applicazione come ausilio al giudizio estimativo può essere valutata secondo due punti di vista. Da una parte rispetto al procedimento matematico su cui si basa e dall'altra sul suo aspetto logico-teorico.

Secondo il primo aspetto il procedimento di ottimizzazione lineare alla base del metodo UTA si mostra come un utile strumento per la soluzione del problema comparativo posto nella sua forma algebrica secondo la relazione proposta da Isakson<sup>90</sup>. Il procedimento di programmazione lineare è in grado, infatti, di giungere in modo relativamente semplice ad una soluzione del sistema lineare, senza necessitare dell'apporto di informazioni esogene o di procedere alla riduzione del campione in modo tale da rendere possibile la sua soluzione per via analitica come nel sistema generale di stima proposto dal Simonotti.

Dal punto di vista, invece, delle sue aspetto logico-teorico il metodo UTA grazie alla sua solida base concettuale legata alla teoria dell'utilità multiattributo fornisce un valido supporto alla giustificazione del giudizio estimativo posto secondo lo schema dei procedimenti quanti-qualitativi. La sua capacità di integrare informazione di carattere deduttivo, sotto forma di vincoli al modello di programmazione lineare, con le osservazioni empiriche lo rendono particolarmente duttile e utile a fini estimativi. Infatti, rispetto agli altri procedimenti quanti-qualitativi proposti dalla letteratura l'UTA permette di costruire un modello di stima capace di bilanciare la conoscenza e l'esperienza maturata dall'estimatore con l'osservazione diretta del mercato.

---

90 Si veda la relazione 2.6 introdotto al par. 2.4 .

L'applicazione del metodo UTA ai campione di dati raccolto mostra come la soluzione fornita dal modello nel caso venga utilizzato per la soluzione del problema comparativo posto nella sua forma algebrica non risulti soddisfacente. La difficoltà è dovuta dall'estrema instabilità della soluzione trovata, instabilità che influisce anche sulla stima del valore totale delle caratteristiche e dei valori marginali. Diverso è il caso, invece, dell'utilizzo del modello nel caso vengano integrati gli a-priori deduttivi da parte dell'estimatore. L'applicazione mostra un buon comportamento predittivo del modello anche in presenza di un campione con pochi dati disomogenei.

Concludendo, l'utilizzo del metodo UTA sembra particolarmente indicato in quei casi intermedi in cui si può disporre di un numero di osservazioni superiori rispetto a quelle normalmente considerate necessarie per la stima secondo il sales comparison approach, tre-cinque dati di mercato, ma troppo pochi per giustificare l'utilizzo di procedimenti quantitativi di carattere statistico.



## 5 Conclusione

La sempre più riconosciuta necessità, da parte di un mercato immobiliare in evoluzione, di giudizi di stima caratterizzati da un miglior livello qualitativo, basati su procedimenti trasparenti e ripercorribili, costituisce un importante campo di ricerca nel campo dell'estimo immobiliare.

Questo tema è sempre stato centrale nello sviluppo della disciplina estimativa e si raccoglie intorno allo studio di procedimenti e tecniche capaci di rendere maggiormente “oggettivo” il procedimento logico-deduttivo alla base del metodo di stima. Fin dagli albori della disciplina tecniche di tipo quantitativo, basate sulla logica matematica, sono state sviluppate dagli estimatori in modo da fornire utili strumenti per la soluzione del giudizio di stima. Dall'inizio del XX secolo la disciplina statistica ha fornito un supporto teorico e pratico per l'applicazione di tecniche sue proprie anche al campo estimativo costituendo uno dei principali campi di ricerca nell'estimo. L'applicazione della statistica nel campo estimativo, soprattutto nella pratica professionale, è, però, fortemente limitata dalla difficoltà di reperire un adeguato numero di informazioni indispensabili per il controllo sulla veridicità delle sue inferenze. Inoltre, è stato rilevato come la logica ad essa sottesa possa risultare distante dal reale comportamento degli attori che operano all'interno del mercato immobiliare al fine di giungere alla loro decisione di acquisto o vendita ovvero alla formalizzazione del prezzo nel mercato. Per superare questi limiti tecniche alternative di tipo quanti-qualitativo e di tipo ordinale sono state proposte dai cultori della materia. Nella maggior parte dei casi, queste tecniche trovano la loro base teorica negli strumenti sviluppati dalla letteratura dell'aiuto alla decisione e dalla ricerca operativa.

Questo lavoro di tesi ha voluto mostrare come l'applicazione della teoria *rough set* e dell'UTA, sviluppati nel campo della teoria della decisione, possano supportare l'estimatore nella soluzione del problema di stima tramite il procedimento comparativo.

Ne la teoria rough set ne l'UTA si sono dimostrati capaci di fornire risposte esaustive al problema dell'attribuzione di valore dei beni oggetto di stima, necessitando di essere accompagnati da ulteriori riflessioni da parte dell'estimatore. Ciò nonostante questi metodi hanno il pregio di fornire informazione utili ad una maggiore comprensione del fenomeno osservato.

Tale conclusione risulta in accordo con lo spirito con il quale queste tecniche quanti-qualitative sono state introdotte all'interno della disciplina estimativa. Oltre a dare la possibilità all'estimatore di pervenire ad un giudizio in assenza delle condizioni adatte all'utilizzo di metodi più "oggettivi", quali quelli statistici, lo scopo dell'applicazione di queste tecniche risiede, infatti, nel fornire l'estimatore un ausilio per la comprensione e l'interpretazione del modo con il quale gli attori presenti nel mercato giungono alle loro decisioni ed, in particolare, all'attribuzione di un valore ad un bene.

L'obiettivo dell'utilizzo della teoria *rough set* e dell'UTA a fini estimativi è quello di fornire all'estimatore strumenti il più possibile logici, consistenti e trasparenti al fine di pervenire alla formulazione del giudizio di stima. I metodo DRSA e UTA, forti delle loro solide basi teoriche e metodologiche, soddisfano questa richiesta. Futuri miglioramenti sono, comunque, richiesti: per quanto riguarda il DRSA nel tentativo di rendere più semplice l'interazione fra le informazioni fornite dal metodo e l'estimatore, per l'UTA nel tenere in giusta considerazione il peso dei vari criteri nella formazione del valore totale insieme all'applicazione delle recenti evoluzioni teoriche del metodo (GRIP – UTA<sup>GSM</sup>).





## Bibliografia

d'Amato, M. (2007), 'Comparing Rough Set Theory with Multiple Regression Analysis as Automated Valuation Methodologies', *International Real Estate Review* 10(2), 42-65.

d'Amato, M. (2004), 'A comparison between MRA and Rough Set Theory for mass appraisal. A case in Bari', *International Journal of Strategic Property Management* 8(4), 205-217.

d'Amato, M. (2002), 'Appraising property with rough set theory', *Journal of Property Investment and Finance* 20(4), 406-418.

Aouni, B. & Martel, J.-M. (2004), 'Property assessment through an imprecise goal programming model', *INFOR* 42(3), 189-200.

Aristotele (2007), *Politica*, Laterza.

Aristotele (2000), *Etica Nicomachea*, Bompiani.

Babcock, H. (1968), *Appraisal principles and procedures*, R. D. Irwin.

Bagnoli, C. & Smith, H. (1998), 'The theory of fuzz logic and its application to real estate valuation', *Journal of Real Estate Research* 16(2), 169-200.

Balestero, E. & Caballer, V. (1981), 'Giudizio di stima: contro il mito dell'unicità del valore', *Genio Rurale* 44(5), 31-37.

Berger, J. S. (1971), 'Resolving Confusion in Percentage Adjustment Techniques.', *Appraisal Journal* 39(2), 272-276.

Blettner, R. (1969), 'Mass Appraisals Via Multiple Regression Analysis', *Appraisal Journal*, 513--21.

Bonissone, P. & Cheetham, W. (2002), 'Financial applications of fuzzy case-based

reasoning to residential property valuation" Fuzzy Systems, 1997., Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on', IEEE, 37--44.

Breil, M.; Fassio, A.; Giupponi, C. & Rosato, P. (2004), 'Evaluation of Urban Improvement on the Islands in the Venice Lagoon: A Spatially-Distributed Hedonic-Hierarchical Approach', *FEEM Working Paper* 19(4), 27.

Brigham, E. F. & McAllister, D. M. (1968), 'Applying econometric models', *Appraisal Journal* 36, 541-548.

Brusa, G. (2007), *Metodo e prassi estimativa*, Maggioli Editore.

Bruschi, E. (1982), 'Stima del prezzo delle unità abitative con coefficienti di mercato', *Genio Rurale* 45(1), 7-10.

Cantisani, G. B. (2008), 'L'adjustment grid method (o market comparison approach)', *Estimo e Territorio*(10), 14-24.

Caples, S.; Hanna, M. & Premeaux, S. (1997), 'Least squares versus least absolute value in real estate appraisals', *Appraisal Journal* 65, 18-24.

Chudleigh, W. (1979), 'The Application of Correlation Matrix Analysis to Real Estate Appraisal', *Appraisal Journal* 47(4), 523.

Colwell, P.; Cannaday, R. & Wu, C. (1983), 'The analytical foundations of adjustment grid methods', *Real Estate Economics* 11(1), 11-29.

Cronan, T.; Epley, D. & Perry, L. (1986), 'The Use of Rank Transformation and Multiple Regression Analysis in Estimating Residential Property Values with a Small Sample', *Journal of Real Estate Research* 1(1), 19-31.

Curto, R. (1995), 'Lo stato dell'arte nell'ambito dell'estimo urbano" L'estimo nell'ordinamento delle professioni', Centro Studi di Estimo e di Economia Territoriale-Firenze.

Curto, R. (1994), 'L'uso delle tecniche multicriteri come procedimenti pluriparametrici: il sistema dei confronti multipli di Saaty', *Genio Rurale* 57(9), 21-32.

Curto, R. (1994), 'La quantificazione e costruzione di variabili qualitative stratificate nella Multiple Regression Analysis (MRA) applicata ai mercati immobiliari', *Aestimum* numero speciale(14).

Curto, R. (1990), 'Mercato delle abitazioni e valori: il caso di Torino', *Genio Rurale* 53(5), 11-27.

Curto, R. & Simonotti, M. (1993), 'Una stima dei prezzi impliciti in un segmento del mercato immobiliare di Torino'(18)'Viabilità e traffico: influenza sui processi di valorizzazione immobiliare', Centro Studi di Estimo ed Economia Territoriale - Firenze, 179-199.

De Mare, G. (2002), Un modello neurale per l'adeguamento dei campioni estimativi "scarsi" definito per la selezione dei canoni di locazione da banche dati, in R. Roscelli, ed., 'Mercato immobiliare, innovazione e gestione dei catasti urbani', Centro Studi di Estimo ed Economia Territoriale - Firenze, .

Del Giudice, V. (1994), 'Un modello di stima del peso dei caratteri immobiliare nella formazione del prezzo degli immobili', *Genio Rurale* 57(5), 21-28.

Del Giudice, V. & Amabile, R. (1996), 'Reti neurali nelle valutazioni estimative ed economiche', *Genio Rurale* 59(4), 3-7.

Di Cocco, E. (1985), Probabilità, previsione e ordinarietà nella teoria estimativa'Antologia del pensiero scientifico di Enzo Di Cocco', Università degli Studi di Bologna - istituto di Zoeconomia, , pp. 257-269.

Di Cocco, E. (1960), *La valutazione dei beni economici*, Calderini - Bologna.

Di Cocco, E. (1957), 'Per una definizione di Estimo', *Genio Rurale* 20(9), 864-869.

Di Fazio, S. (1983), 'Prezzo di machiatico, immissioni in possesso e compenso ai priti all'alba dell'Estimo', *Genio Rurale* 46(7/8), 42-47.

Di Fazio, S. (1981), 'Appunti di storia dell'Estimo', *Genio Rurale* 44(10), 51-57.

Di Fazio, S. (1979), 'Un precursore dell'attività estimativa', *Genio Rurale* 42(2), 25-30.

Di Fazio, S. (1978), 'Note di Estimo', *Genio Rurale* 41(3), 41-44.

Di Fazio, S. (1976), 'Gli apprezzamenti dei beni feudali e burgensatici nel cinquecento', *Genio Rurale* 39(9), 35-42.

Diaz III, J. (1990), 'The process of selecting comparable sales', *Appraisal Journal* 58(4), 533-40.

Eisenlauer, J. (1968), 'Mass Versus Individual Appraisals', *Appraisal Journal* 36, 532-540.

Entreken, H. C. J. (1980), 'Are we really seeking market value?', *Appraisal Journal* 48, 428-431.

Evans, A. & Collins, A. H. (1994), 'Artificial Neural Networks: an Application to Residential Valuation in the UK', *Journal of Property Valuation & Investment* 11, 195-204.

Famularo, N. (1959), 'Sull'autonomia ed il contenuto dell'estimo', *Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali* 14(2), 108-130.

Famularo, N. (1947), *La stima dei fabbricati*, Calderini - Bologna.

Famularo, N. (1943), 'Della variabilità del valore con lo scopo della stima e di un possibile sesto criterio della stima', *Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali* 10(3), 239-.

Ferreira, E. & Sirmans, G. (1988), 'Ridge regression in real estate analysis.', *Appraisal Journal* 56(3), 311-319.

Figueira, J.; Greco, S. & Slowinski, R. (2009), 'Building a set of additive value functions representing a reference preorder and intensities of preference: GRIP method', *European Journal of Operational Research* 195(2), 460-486.

Fischer, D. (2003), 'Multi-criteria analysis of ranking preferences on residential traits' 10th ERES conference', 10-13.

Forte, C. (1974), 'Recente legislazione urbanistico-territoriale come fattore di adattamento o di modifica della teoria estimativa'(16), in Ugo Sorbi, ed., 'Atti Incontri di docenti di estimo', UniFI Istituto Estimo Rurale e Contabilità - Firenze, 9-26.

Forte, C. (1968), *Elementi di estimo urbano*, Etas Kompass - Milano.

Forte, C. & De Rossi, B. (1974), *Principi di economia ed estimo*, Etas libri - Milano.

Fusco Girard, L. (1994), *Risorse architettoniche e culturali: valutazioni e strategie di conservazione : una analisi introduttiva*, Franco Angeli - Milano.

Gallerani, V. (1987), 'Il valore di mercato, da aspetto economico a quesito di stima: proposta per una revisione della teoria estimativa', *Aestimum* 16, 29-57.

Gau, G.; Lai, T. & Wang, K. (1994), 'A Further Discussion of Optimal Comparable Selection and Weighting, and A Response to Green', *Real Estate Economics* 22(4), 655-663.

Gau, G.; Lai, T. & Wang, K. (1992), 'Optimal Comparable Selection and Weighting in Real Property Valuation: An Extension', *Real Estate Economics* 20(1), 107-123.

Gilley, O. & Pace, K. (1990), 'A Hybrid Cost and Market-Based Estimator for Appraisal', *Journal of Real Estate Research* 5(1), 75-88.

Gomes, L. F. A. M. & Rangel, L. A. D. (2009), 'Determining the utility functions of criteria used in the evaluation of real estate', *International Journal of Production Economics* 117(2), 420-426.

Greco, S.; Matarazzo, B. & Slowinski, R. (2001), 'Rough sets theory for multicriteria decision analysis', *European journal of operational research* 129(1), 1-47.

Greco, S.; Matarazzo, B. & Slowinski, R. (1999), 'Rough approximation of a preference relation by dominance relations', *European Journal of Operational Research* 117(1), 63-83.

Greco, S.; Matarazzo, B. & Slowinski, R. (1997), 'Rough set approach to multi-attribute choice and ranking problems', *Multiple Criteria Decision Making*, 318-329.

Greco, S.; Mousseau, V. & Slowinski, R. (2008), 'Ordinal regression revisited: multiple criteria ranking using a set of additive value functions', *European Journal of Operational Research* 191(2), 416-436.

Greco, S.; Słowiński, R.; Figueira, J. R. & Mousseau, V. E.; Ehrgott, M.; Figueira, J. R. & Greco, S., ed., (2010), *Robust Ordinal Regression*, Springer, pp. 241-283.

Green, R. (1994), 'Optimal Comparable Weighting and Selection: A Comment', *Real Estate Economics* 22(4), 647-654.

Grillenzoni, M. (1968), 'L'utilizzazione dei modelli statistici nella pratica estimativa', *Genio Rurale* 31(4), 281-290.

Grillenzoni, M. & Grittani, G. (1990), *Estimo. Teoria, procedure di valutazione e casi applicativi*, Edizioni Agricole - Bologna.

Grissom, T.; Robinson, R. & Wang, K. (1987), 'A matched pairs analysis program in compliance with FHLBB memorandum R 41 B/C.', *Appraisal Journal* 55(1), 42-68.

Grittani, G. (1989), 'La caratterizzazione dei valori d'interesse estimativo', *Genio Rurale* 52(4), 17-27.

Grittani, G. & Berlocco, A. D. (1989), 'La comparazione quale presupposto logico del giudizio di stima', *Genio Rurale* 52(9), 37-44.

Guan, J.; Zurada, J. & Levitan, A. (2008), 'An Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Based Approach to Real Estate Property Assessment', *Journal of Real Estate Research* 30(4), 395-422.

Harris, G. (1980), 'Matched Pairs and Skyhooks', *Appraisal Journal* 48(4), 585.

Hauser, N. W. (1977), 'Simple Comparison Control', *Appraisal Journal* 45(2), 210.

Hobbes, T. (2001), *Leviatano*, Bompiani - Milano.

Hodges, M. B. J. (1993), 'Three approaches?', *Appraisal Journal* 61, 553-564.

Hoesli, M. & Morri, G. (2010), *Investimento immobiliare: mercato, valutazione, rischio e portafogli*, Hoepli - Milano.

Hyder, K. (2007), 'The Appraisal Process', *Appraisal Journal* 75(3), 227-235.

Isakson, H. (2002), 'The linear algebra of the sales comparison approach', *Journal of Real Estate Research* 24(2), 117--128.

Isakson, H. (1986), 'The nearest neighbors appraisal technique: An alternative to the adjustment grid methods', *Real Estate Economics* 14(2), 274-286.

Jacquet-Lagrange, E. & Siskos, J. (1982), 'Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method', *European journal of operational research* 10(2), 151-164.

Kang, H. & Reichert, A. (1991), 'An empirical analysis of hedonic regression and grid-adjustment techniques in real estate appraisal', *Real Estate Economics* 19(1), 70-91.

Kang, H. & Reichert, A. (1987), 'An evaluation of alternative estimation techniques and functional forms in developing statistical appraisal models', *Journal of Real Estate Research* 2(1), 1-29.

Kathmann, R. (1993), 'Neural networks for the mass appraisal of real estate', *Computers, Environment and Urban Systems* 17(4), 373--384.

Kettani, O. & Khelifi, K. (2001), 'PariTOP: A goal programming-based software for real estate assessment', *European Journal of Operational Research* 133(2), 362-376.

Kettani, O.; Oral, M. & Siskos, Y. (1998), 'A multiple criteria analysis model for real estate evaluation', *Journal of Global Optimization* 12(2), 197-214.

Klaasen, R. L. (1976), 'Brief history of real estate appraisal and organizations', *Appraisal Journal* 44(3), 375-392.

Knight, J.; Carter Hill, R. & Sirmans, C. (1993), 'Stein rule estimation in real estate appraisal', *Appraisal Journal* 61, 539--539.

Korpacz, P. F. & Marchitelli, R. (1984), 'Market Value: A Contemporary Perspective.', *Appraisal Journal* 52(4), 485-493.

Kroll, M. & Smith, C. (1988), 'The Buyers Response Technique—A Framework for Improving Comparable Selection and Adjustment in Single-Family Appraising', *Journal of Real Estate Research* 3(1), 27-35.

Kummerow, M. (2002), 'A statistical definition of value', *Appraisal Journal* 70(4), 407-416.

Kummerow, M. (1997), 'Logical Steps in Property Valuation', *Appraisal Journal* 65, 25--31.

Lai, T.; Vandell, K.; Wang, K. & Welke, G. (2008), 'Estimating Property Values by Replication: An Alternative to the Traditional Grid and Regression Methods', *Journal of Real Estate Research* 30(4), 441-460.

Lai, T. & Wang, K. (1996), 'Comparing the Accuracy of the Minimum-Variance Grid Method to Multiple Regression in Appraised Value Estimates', *Real Estate Economics* 24(4), 531-549.

Lentz, G. & Wang, K. (1998), 'Residential appraisal and the lending process: a survey of issues', *Journal of Real Estate Research* 15(1), 11-39.

Lessinger, J. (1972), 'A "Final" Word on Multiple Regression and Appraisal', *The Appraisal Journal*, 449-458.

Lessinger, J. (1969), 'Econometrics and appraisal', *Appraisal Journal* 37(4), 501-512.

Lipscomb, J. & Gray, B. (1990), 'An Empirical Investigation of Four Market-Derived Adjustment Methods', *Journal of Real Estate Research* 5(1), 53-66.

Lipscomb, J. & Gray, J. (1995), 'A Connection between paired data analysis and regression analysis for estimating sales adjustments', *Journal of Real Estate Research* 10(2), 175-183.

Lisini, L. & Rosato, P. (2007), I metodi di analisi quantitativa nell'estimo immobiliare: una valutazione comparata, in R. Curto & G. Stellin, ed., 'Estimo e Valutazione.

Metodologie e Casi di studio', DEI Tipografia del Genio Civile - Roma, .

Lo Bianco, G. (1983), 'Bibliografia italiana dell'estimo', *Genio Rurale* n.28 fascicoli.

Lombardi, P. (2002), I temi di ricerca emergenti nel campo dell'estimo e della valutazione, *in* Patrizia Lombardi, ed., 'Temi di ricerca nel campo dell'estimo e la valutazione', Centro Studi di Estimo ed Economia Territoriale - Firenze, , pp. 11-27.

Longato, M. (2005), 'L'uso dei "rough set" nella stima immobiliare', Master's thesis, Università degli Studi di Trieste, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Corso di laurea in Ingegneria Civile.

Lusht, K. M. (1983), 'Most probable selling price', *Appraisal Journal*, 346-354.

Lusht, K. M. (1981), 'Data, the appraisal process, and the market value definition', *Appraisal Journal*, 534-546.

Malacarne, F. (1984), 'Storiografia dell'Estimo in Italia', *Genio Rurale* 47(5), 45-56.

Malacarne, F. (1975), 'I principi scientifici dell'estimo', *Genio Rurale* 38(1), 11-21.

Malacarne, F. (1960), 'Arrigo Serpieri maestro di estimo', *Aestimum* 3, 3-4.

Malthus, T. (1820), *Principles of political economy: considered with a view to their practical application*, Murray.

Manganelli, B. & Tajani, F. (2009), 'Modelli di stima del mercato immobiliare', *Valori e Valutazioni* 3, 79-89.

Marx, K. (2009), *Il capitale*, UTET.

Medici, G. (1955), *Principi di estimo*, Edagricole - Bologna.

Medici, G. (1954), *Perizie e pareri*, Edizioni Agricole - Bologna.

Medici, G. (1953), *Principles of appraisal*, Vol. XI, The Iowa State College - Iowa.

Medici, G. (1945), *Lezioni di estimo*, Zanichelli - Bologna.

Merlo, M. & Defrancesco, E. (1991), 'La regressione multipla strumento della stima per valori tipici', *Genio Rurale* 54(7/8), 19-23.

Michieli, I. (1993), *Trattato di estimo : con elementi di economia, di matematica finanziaria e contabilità dei lavori*, Edagricole - Bologna.

Michieli, I. (1977), 'Una nuova metodologia estimativa?', *Genio Rurale* 40(7-8), 47-54.

Milanese, E. (2001), 'Le fonti dell'opera estimativa di Serpieri: un'analisi quantitativa', *Aestimum* 39, 123-154.

Milano, G. (1968), 'L'analisi della regressione nella valutazione dei fondi rustici', *Annali Facoltà Agraria Bari* 22, 443-424.

Miller, N. & Markosyan, S. (2003), 'The Academic Roots and Evolution of Real Estate Appraisal', *Appraisal Journal* 71(2), 172-184.

Misseri, S. C. (1977), 'La scienza estimativa nel quadro della moderna dinamica economica e sociale: lineamenti e tendenze.'(3)'VI e VII Incontro di estimo', Centro Studi di Estimo - Firenze.

Morton, T. (1977), 'Factor analysis, multicollinearity, and regression appraisal models', *The Appraisal Journal* 45(4), 578-588.

Mundy, B. (1992), 'The scientific method and the appraisal process', *Appraisal Journal* 60, 493-498.

Murphy III, L. (1989), 'Determining the appropriate equation in multiple regression analysis', *The Appraisal Journal* 57, 498-513.

Newel, G. (1982), 'The application of Ridge Regression to Real Estate Appraisal', *The Appraisal Journal* 50, 116-119.

- Niccoli, V. (1889), *Bibliografia dell'Estimo in Italia fino al 1856*, Drucker e Tedeschi.
- Pace, K. (1998), 'Total grid estimation', *Journal of Real Estate Research* 15(1), 101--114.
- Pace, K. (1998), 'Appraisal using generalized additive models', *Journal of Real Estate Research* 15(1), 77--99.
- Pace, R. & Gilley, O. (1998), 'Optimally Combining OLS and the Grid Estimator', *Real Estate Economics* 26, 331-347.
- Pagourtzi, E.; Assimakopoulos, V.; Hatzichristos, T. & French, N. (2003), 'Real estate appraisal: a review of valuation methods', *Journal of Property Investment and Finance* 21(4), 383-401.
- Pagourtzi, E.; Nikolopoulos, K. & Assimakopoulos, V. (2006), 'Architecture for a real estate analysis information system using GIS techniques integrated with fuzzy theory', *Journal of Property Investment & Finance* 24(1), 68--78.
- Panerai, A. (1956), 'Un'interessante controversia giudiziaria pugliese del Seicento nel quadro delle conoscenze economiche ed estimative dell'epoca', *Rivista di Economia Agraria* 11(3), 347-377.
- Panerai, A. (1955), 'Un «trattato» di Estimo di due secoli or sono', *Genio Rurale* 18(6), 593-605.
- Pawlak, Z. (1997), 'Rough set approach to knowledge-based decision support', *European Journal of Operational Research* 99(1), 48-57.
- Pawlak, Z. (1982), 'Rough sets', *International Journal of Computer and Information Sciences* 11(5), 341-356.
- Pendleton, W. C. (1965), 'Statistical Inference in Appraisal and Assessment Procedures', *Appraisal Journal* 33(1), 73.
- Peterson, S. & Flanagan, A. (2009), 'Neural Network Hedonic Pricing Models in Mass Real Estate Appraisal', *Journal of Real Estate Research* 31(2), 147--164.

Polanyi, K. (2000), *La grande trasformazione*, Einaudi.

Polanyi, K. & Dalton, G. (1971), *Primitive, archaic, and modern economies*, Beacon Press.

Polelli, M. (2006), *Nuovo trattato di estimo*, Maggioli - Santarcangelo di Romagna.

Ramsland, M. & Markham, D. (1998), 'Market-supported adjustments using multiple regression analysis', *Appraisal Journal* 66, 181-191.

Ratcliff, R. (1975), 'Appraisal is market analysis', *The Appraisal Journal* 10, 485-490.

Ratcliff, R. (1972), 'Is there a "New School" of Appraisal Thought', *Appraisal Journal*, 522-528.

Ratcliff, R. (1972), *Valuation for real estate decisions*, Democrat Press.

Ratcliff, R. & Swan, D. (1972), 'Getting more from comparables by rating and regression', *The Appraisal Journal*, 68-75.

Ratcliff, R. U. (1965), 'A neoteric view of the appraisal function', *Appraisal Journal* 33(2), 165.

Rayburn, W. & Tosh, D. (1995), 'Artificial intelligence: The future of appraising', *Appraisal Journal* 63, 429-429.

Ribaudo, F. (1990), 'I procedimenti di stima per punti di mercato e per valori tipici (o unitari) nell'estimo urbano', *Genio Rurale*(6), 35-40.

Ricardo, D. (2009), *Principi di economia politica e dell'imposta*, Mondadori - Milano.

Ring, A. A. (1965), 'The labyrinth of value', *Appraisal Journal* 33(1), 9-12.

Rizzo, F. (1975), 'Considerazioni [Teoria sulla formazione del prezzo del suolo]'(14), in Ugo Sorbi, ed., 'Incontri di docenti di estimo', UniFI Istituto Estimo Rurale e Contabilità - Firenze, 211-224.

Rizzo, F. (1986), 'Leggendo un testo spagnolo di estimo: intuizioni e contraddizioni nel rinnovamento di una disciplina economica', *Genio Rurale* 49(6), 47-54.

Rizzo, F. (1986), 'Valore oggettivo e valore soggettivo: scienza economica e applicazione estimativa in Serpieri e dopo Serpieri', *Genio Rurale* 49(3), 5-16.

Rizzo, F. (1982), 'Dottrina estimativa e programmazione economica: la valutazione delle grandezze influenti sui programmi', *Genio Rurale* 45(10), 11-18.

Rodgers, T. (1994), 'Property-to-property comparison', *Appraisal Journal* 62, 64-64.

Rosato, P.; Breil, M.; Dallavalle, M. & Giupponi, C. (2006), 'La valutazione del miglioramento urbano nel centro storico di Venezia: Un approccio edonico-gerarchico', *FEEM Rapporti sullo Sviluppo Sostenibile* 2, 42.

Rosen, S. (1974), 'Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition', *Journal of political economy* 82(1), 34-55.

Ross, T. (1970), 'Selling price and market value', *Appraisal Journal* 38, 439-443.

Ruggiu, L. (1982), *Genesi dello spazio economico: il labirinto della ragione sociale : filosofia, società e autonomia dell'economico*, Guida.

Salvo, F. (2007), 'Punteggi e pesi nelle stime market oriented', *Estimo e Territorio*(4), 16-22.

Serpieri, A. (1946), 'Nuovi contributi alla teoria delle stime', *Rivista di Estimo Agrario e Genio Rurale* 9(1).

Serpieri, A. (1939), *La stima dei beni fondiari*, Vol. VII, Soc. An. G. Barbera Editore.

Serpieri, A. (1917), *Il metodo di stima dei beni fondiari*, M. Ricci - Firenze.

Shenkel, W. & Eidson, A. (1971), 'Comparable Sales Retrieval Systems', *Appraisal Journal*(4), 540-544.

Shenkel, W. M. (1967), 'Modernizing the Market Data Approach.', *Appraisal Journal* 35(2), 181-197.

Shlaes, J. (1984), 'The market in market value', *Appraisal Journal* 52, 494-518.

Simonotti, M. (2008), 'Sales o market comparison approach', *Estimo e Territorio*(12), 2-5.

Simonotti, M. (2008), 'Stime catastali e standard internazionali', *Estimo e Territorio*, 8-14.

Simonotti, M. (2006), *Metodi di stima immobiliare: applicazione degli standard internazionali*, Dario Flaccovio Editore - Palermo.

Simonotti, M. (2003), 'L'analisi estimativa standard dei dati immobiliari', *Estimo e Territorio* 66(10), 26-35.

Simonotti, M. (2001), 'Le valutazioni immobiliari basate sulle funzioni di stima', *Estimo e Territorio* 64(10), 10-17.

Simonotti, M. (2001), 'I rapporti estimativi e le funzioni di stima', *Estimo e Territorio* 64(9), 16-23.

Simonotti, M. (1997), *La stima immobiliare: con principi di economia e applicazioni estimative*, UTET libreria - Torino.

Simonotti, M. (1994), 'I sistemi lineari nelle valutazioni estimative', *Genio Rurale* 57(7), 13-20.

Simonotti, M. (1990), 'L'evoluzione della metodologia estimativa tradizionale', *Genio Rurale* 2, 11-20.

Simonotti, M. (1989), 'Una misura quantitativa della verosimiglianza estimativa', *Aestimium* 21, 23-38.

Simonotti, M. (1985), 'La comparazione e il sistema generale di stima', *Rivista di*

*Economia Agraria* 40(4), 543-561.

Sirchia, G. (1991), 'Estimo ed estimi in Italia: riflessioni storiche', *Genio Rurale* 54(9), 29-38.

Siskos, Y.; Grigoroudis, E. & Matsatsinis, N. (2005), UTA methods, in J. Figueira; S. Greco & M. Ehrgott, ed., 'Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys', Springer, , pp. 297-334.

Siskos, Y. & Yannacopoulos, D. (1985), 'UTASTAR: An ordinal regression method for building additive value functions', *Investigacao Operacional* 5(1), 39-53.

Smalley, S. (1995), 'Appraisal: Science or Art?', *Appraisal Journal* 63, 165--165.

Smith, A. (2008), *La ricchezza delle nazioni*, Newton Compton.

Smith, T. (1995), 'Statistical implications of the most probable price', *The Appraisal Journal* 63(1), 81-86.

Stefanowski, J. & Tsoukiàs, A. (1999), 'On the extension of rough sets under incomplete information', *New Directions in Rough Sets, Data Mining, and Granular-Soft Computing*, 73-82.

Stellin, G. & Azzolin, F. (1996), 'Il contributo della statistica all'estimo tra passato e presente' "Aspetti evolutivi della scienza estimativa. [Atti del] Seminario in onore di Ernesto Marenghi", Centro Studi di Estimo ed Economia Territoriale - Firenze, 67-88.

Stellin, G. & Rosato, P. (1998), *La valutazione economica dei beni ambientali*, Città studi edizioni - Torino.

Sweetland, D. & Colclough, W. (1986), 'Ridge regression: A word of caution', *Appraisal Journal* 55(2), 294-300.

Tay, D. & Ho, D. (1993), 'Artificial intelligence and the mass appraisal of residential apartments', *Journal of Property Valuation and Investment* 10(2), 525-540.

Tchira, A. (1979), 'Comparable Sales Selection—A Computer Approach', *Appraisal*

*Journal* 48(1), 86-98.

Team, R. D. C. (2010), 'R: A Language and Environment for Statistical Computing', R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Trippi, R. R. (1942), 'A comparison of linear and nonlinear models of residential real property value', *Appraisal Journal* 44, 565-578.

Vandell, K. (1991), 'Optimal comparable selection and weighting in real property valuation', *Real Estate Economics* 19(2), 213-239.

Venzi, L. (1985), 'Lo sviluppo delle metodologie estimative nei paesi anglosassoni', in Maurizio Grillenzoni & Salvatore Corrado Misseri, ed., 'I contenuti dell'Estimo Rurale', Centro Studi di Estimo - Firenze, 99-103.

Von Mises, L. (2007), *Theory and history*, Ludwig von Mises Institute.

Weirick, W. & Ingram, F. (1990), 'Functional form choice in applied real estate analysis', *Appraisal Journal* 58, 57--73.

Wendt, P. (1969), 'Recent developments in appraisal theory', *The Appraisal Journal*, 485-499.

Williams, J. G. (1995), 'Value by deductive reasoning', *Appraisal Journal* 63(3), 363-367.

Williams, T. (2004), 'Base adjusting in the sales comparison approach', *Appraisal Journal* 72(2), 155-162.

Wilson, D. (1997), 'The Principle of Rank Substitution', *Appraisal Journal* 65, 43-54.

Wilson, D. (1997), 'Rank Correlation Analysis of Comparable Sales from Inefficient Markets', *Appraisal Journal* 65, 247-254.

Wolverton, M. (1998), 'Empirical Investigation into the Limitations of the Normative Paired Sales Adjustment Method', *Journal of Real Estate Research* 15(2), 191-203.

Worzala, E.; Lenk, M. & Silva, A. (1995), 'An exploration of neural networks and its application to real estate valuation', *Journal of Real Estate Research* 10(2), 185--201.

( ), 'Uniform Residential Appraisal Report', Technical report, Federal Home Loan Mortgage Corporation.

(2010), 'Bollettino statistico'(Il trimestre), Technical report, Banca d'Italia.

(2008), 'Global real estate transparency index 2008', *Jones Lang LaSalle* , Technical report, LaSalle, J.L..

(2007), 'Standard europei di valutazione immobiliare', Technical report, Osmi-TecnoborsaPolitecnico di MilanoIsIVI, FrancoAngeli - Milano.

(2007), 'International valuation standard', Technical report, IVSC, IVSC - London.

(2007), 'Appraisal and valuation standards', Technical report, RICS, Rics Book - Coventry.

(2006), 'Nuove disposizioni di vigilanza prudenziale per le banche', Technical report, Banca d'Italia.

(2006), 'Codice delle valutazioni immobiliari: Italian property valuation standard', Technical report, Tecnoborsa, Tecnoborsa - Roma.

(2002), 'Codice delle valutazioni immobiliari: Italian property valuation standard', Technical report, Tecnoborsa, Tecnoborsa -Roma.

(1992), 'The Appraisal of Real Estate', Appraisal Institute.

(1986), 'Standards and reporting requirements in determining compliance with the appraisal requirements ofInsurance Regulation', Office of examination and supervision, Technical report, Federal Home Loan Bank Bord.

## **Allegati**

Asc	Box	Box	Cart	Condi	Corte	Den	Dist	Dislog	Ea	Etalog	Fritab	Frimm	Garc	Imela	Isalecu	Luce	Manim	Orien	Pond	Pop	Piano	Planolog	Pros	Pscop	PVA	PVA	PVAlog	Qera	Qera	Rau	Scum	Soc	Scifi	Spa	Sub	Str	Stat	Sip	Spring	Toub	Vend	Vista			
Asc	0.18*	0.08	0.2**	-0.11	0.08	0.22**	0.10	0.13	0.27**	-0.35***	-0.37***	0.02	0.03	0.11	0.07	0.09	0.12	0.18*	0.16*	0.06	0.14	0.12	0.12	0.12	0.2**	0.34***	0.27**	0.28**	0.12	-0.25***	0.17*	-0.22**	0.06	0.09	0.13	0.17*	-0.14	0.07	0.22*	0.29**	0.29**	0.03	-0.08	0.01	0.11
Box	0.10	0.21**	-0.07	0.22**	-0.07	0.22**	0.10	0.13	0.27**	-0.35***	-0.37***	0.02	0.03	0.11	0.07	0.09	0.12	0.18*	0.16*	0.06	0.14	0.12	0.12	0.12	0.2**	0.34***	0.27**	0.28**	0.12	-0.25***	0.17*	-0.22**	0.06	0.09	0.13	0.17*	-0.14	0.07	0.22*	0.29**	0.29**	0.03	-0.08	0.01	0.11
Cart	0.10	0.21**	-0.07	0.22**	-0.07	0.22**	0.10	0.13	0.27**	-0.35***	-0.37***	0.02	0.03	0.11	0.07	0.09	0.12	0.18*	0.16*	0.06	0.14	0.12	0.12	0.12	0.2**	0.34***	0.27**	0.28**	0.12	-0.25***	0.17*	-0.22**	0.06	0.09	0.13	0.17*	-0.14	0.07	0.22*	0.29**	0.29**	0.03	-0.08	0.01	0.11
Condi	0.04	-0.09	0.04	0.05	-0.09	-0.13	-0.28***	0.01	0.13	0.08	-0.04	0.05	-0.02	0.23**	0.05	0.02	0.06	0.12	0.11	0.04	0.05	0.14	0.08	0.14	0.08	0.24**	0.25**	0.22*	0.00	0.16**	-0.11	-0.04	-0.03	0.15*	-0.05	0.00	0.14	0.00	0.02	-0.03	0.06	0.00	0.10	0.19*	
Corte	-0.06	-0.04	0.05	-0.09	-0.13	-0.28***	0.01	0.13	0.08	-0.04	0.05	-0.02	0.23**	0.05	0.02	0.06	0.12	0.11	0.04	0.05	0.14	0.08	0.14	0.08	0.24**	0.25**	0.22*	0.00	0.16**	-0.11	-0.04	-0.03	0.15*	-0.05	0.00	0.14	0.00	0.02	-0.03	0.06	0.00	0.10	0.19*		
Den	-0.06	-0.04	0.05	-0.09	-0.13	-0.28***	0.01	0.13	0.08	-0.04	0.05	-0.02	0.23**	0.05	0.02	0.06	0.12	0.11	0.04	0.05	0.14	0.08	0.14	0.08	0.24**	0.25**	0.22*	0.00	0.16**	-0.11	-0.04	-0.03	0.15*	-0.05	0.00	0.14	0.00	0.02	-0.03	0.06	0.00	0.10	0.19*		
Dist	0.23**	0.17*	-0.21**	-0.17*	-0.02	0.00	0.14	-0.04	0.03	0.03	-0.13	-0.03	0.04	0.11	0.18*	-0.15*	-0.18*	0.2**	0.09	0.25***	0.19*	0.39***	0.22**	0.09	0.25***	0.19*	0.39***	0.22**	-0.09	0.28***	-0.42***	0.03	-0.14	0.28***	0.23**	0.13	0.14	0.12	-0.39***	0.28***	0.19**	0.14	0.12	-0.39***	
Dislog	0.85**	-0.42***	-0.32***	-0.04	-0.01	0.28**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	0.05	0.27**	
Ea	0.91**	0.08	-0.10	-0.24**	-0.03	-0.25**	-0.15*	-0.29**	-0.25**	-0.21**	-0.26**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**
Etalog	0.03	-0.16	-0.22**	-0.03	0.28**	-0.14	-0.35***	-0.25**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	-0.19*	-0.28**	-0.17*	-0.14	-0.12	-0.28**	
Fritab	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
Frimm	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	0.11	0.28**	
Garc	0.07	0.09	0.03	0.19*	0.17*	-0.01	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*
Imela	0.07	0.09	0.03	0.19*	0.17*	-0.01	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*	0.38***	-0.15*	-0.18*
Isalecu	0.00	0.15*	0.28**	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	
Luce	0.00	0.15*	0.28**	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	0.05	0.08	0.01	0.11	-0.11	0.08	
Manim	0.14	0.07	0.23**	0.10	0.02	0.22**	0.23**	0.3**	0.16*	0.22*	0.28**	0.02	0.18*	-0.12	-0.13	0.03	0.17*	-0.09	0.06	0.21**	0.22*	0.25**	0.11	0.10	0.04	0.07	0.06	0.21**	0.22*	0.25**	0.11	0.10	0.04	0.07	0.06	0.21**	0.22*	0.25**	0.11	0.10	0.04	0.07	0.06	0.21**	
Marab	0.14	0.07	0.23**	0.10	0.02	0.22**	0.23**	0.3**	0.16*	0.22*	0.28**	0.02	0.18*	-0.12	-0.13	0.03	0.17*	-0.09	0.06	0.21**	0.22*	0.25**	0.11	0.10	0.04	0.07	0.06	0.21**	0.22*	0.25**	0.11	0.10	0.04	0.07	0.06	0.21**	0.22*	0.25**	0.11	0.10	0.04	0.07	0.06	0.21**	
Maram	-0.01	0.14	-0.02	-0.07	-0.06	0.18*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*			
Maram	-0.01	0.14	-0.02	-0.07	-0.06	0.18*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*			
Maram	-0.01	0.14	-0.02	-0.07	-0.06	0.18*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*			
Maram	-0.01	0.14	-0.02	-0.07	-0.06	0.18*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*			
Maram	-0.01	0.14	-0.02	-0.07	-0.06	0.18*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*			
Maram	-0.01	0.14	-0.02	-0.07	-0.06	0.18*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*			
Maram	-0.01	0.14	-0.02	-0.07	-0.06	0.18*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*			
Maram	-0.01	0.14	-0.02	-0.07	-0.06	0.18*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*	0.15*	0.19*			
Maram	-0.01	0.14	-0.02	-0.07	-0.06	0.18*	0.15*																																						

## Listato del programma R implementato per il modello DRSA

```

regole<- function(rw,Cr) {

t<-rw[1] #decision atmost
u<-(i+1-t) #decision atleast

Creg<-t(Cr[,-1]) #matrice delle condizioni
vet<-rw[-1] #caso da confrontare con la matrice delle condizioni

catl<-which(colSums(Creg<vet)==0) #conditional part atleast
catm<-which(colSums(Creg>vet)==0) #conditional part atmost

atl<-sum(catl[catl<t])==0 #identifica quali casi generano regole
at least
atm<-sum(catm[catm>t])==0 #identifica quali casi generano regole
at most

if (atl==1 | atm==1) {z<-
c(atl,length(catl),u,atm,length(catm),t,c(catl,rep(0,i-
length(catl))),c(catm[order(catm,decreasing=TRUE)],rep(0,i-
length(catm))))} else {rep(0,i*2+6)}#vettore finale per la
generazione delle regole
}

rules<- function(rw)      {

      Cr<-Ctr[,rw[-1]==1] #crea per ogni combinazione dei criteri
la matrice training corrispondente

      ku<-apply(Cr,1,regole,Cr)

      if(sum(ku[1,])==1) {atleast<-
c(rw[1],1,t(ku[2:3,ku[1,]==1]),t(ku[7:
(i+6),ku[1,]==1]),Cr[which(ku[1,]==1),])} else {atleast<-
cbind(rw[1],rep(1,dim(Cr[ku[1,]==1,])
[1]),t(ku[2:3,ku[1,]==1]),t(ku[7:
(i+6),ku[1,]==1]),Cr[ku[1,]==1,])}

      if(sum(ku[4,])==1) {atmost<-
c(rw[1],2,t(ku[5:6,ku[4,]==1]),t(ku[(i+7):
(i*2+6),ku[4,]==1]),Cr[which(ku[4,]==1),])} else {atmost<-
cbind(rw[1],rep(2,dim(Cr[ku[4,]==1,])
[1]),t(ku[5:6,ku[4,]==1]),t(ku[(i+7):
(i*2+6),ku[4,]==1]),Cr[ku[4,]==1,])}

      x<-rbind(atleast,atmost)

      ifelse(dim(x)[2]<(4+i+j+1),x<-cbind(x,matrix(0,dim(x)[1],
(4+i+j+1)-dim(x)[2])),x)

      return(x)
}

dat<-1

```

```

DB <- read.table("", header=TRUE, sep="," , na.strings="NA",
dec=".", strip.white=TRUE)

DB <-as.matrix(DB)

DB[,12]<--DB[,12]
DB[,14]<--DB[,14]

attr<-length(DB[, ])
DB<-DB[order(DB[, attr]), ]

Ctr<-DB[DB[, dat]==1, 11:(attr-1)]
Ctr<-cbind(1:(dim(Ctr)[1]), Ctr)
Cte<-DB[DB[, dat]==0, 11:(attr-1)]
Cte<-cbind(1:(dim(Cte)[1]), Cte)
Dtr<-DB[DB[, dat]==1, attr]
Dte<-DB[DB[, dat]==0, attr]

cc<-c(0, 1)
set<-expand.grid(cc, cc, cc, cc, cc, cc, cc, cc, cc, cc)

set<-set[rowSums(set)>4, ]

i<-dim(Ctr)[1]
j<-dim(Ctr)[2]-1
set<-cbind(1:dim(set)[1], rep(1, dim(set)[1]), set)
set<-set[-1, ]

dimnames(set)[[2]]<-dimnames(Ctr)[[2]]
dimnames(set)[[1]]<-c(1:dim(set)[1])

rm(attr, cc)

mao<-apply(set, 1, rules)
mao<-do.call(rbind, mao)
mao[, 1]<-mao[, 1]-1

stima<-matrix(0, dim(Cte)[1], i+5)

for (s in 1:dim(Cte)[1]) {
  s<-1
  h<-Cte[s, ]
  tt<-matrix(, 1, (i+5))
  ttt<-matrix(, 1, (i+5))

  for (ii in 1:dim(set)[1]) {
    n<-i+5+sum(set[ii, -2]==1)
    C<-mao[mao[, 1]==ii&mao[, 2]==1, (i+6):n]
    CC<-mao[mao[, 1]==ii&mao[, 2]==2, (i+6):n]
    nn<-mao[mao[, 1]==ii&mao[, 2]==1, 1:(i+5)]
    nnn<-mao[mao[, 1]==ii&mao[, 2]==2, 1:(i+5)]

    z<-h[set[ii, -2]==1]

    if (is.null(dim(C))) {cc<-sum(C<=z)} else {C<-

```

```

t(C);ifelse(sum(set[ii,-2]==1)>=2,cc<-which(colSums(C>z)==0),cc<-
which((C>z)==0)})

      if (is.null(dim(CC))) {ccc<-sum(C<=z)} else {CC<-
t(CC);ifelse(sum(set[ii,-2]==1)>=2,ccc<-
which(colSums(CC<z)==0),ccc<-which((CC<z)==0))}

      if (length(cc)>0 & sum(cc<=0)==0) { if
(is.null(dim(nn))) {tt<-rbind(tt,nn[[]]} else {tt<-
rbind(tt,nn[cc,])} } else {0}

      if (length(ccc)>0 & sum(ccc<=0)==0) { if
(is.null(dim(nnn))) {ttt<-rbind(ttt,nnn[[]]} else {ttt<-
rbind(ttt,nnn[ccc,])} } else {0}

    }

    atl<-tt[-1,]
    if (is.null(dim(atl))) {atll<-
atl[atl[(i+5)]==max(atl[(i+5)])]} else {atll<-atl[atl[,
(i+5)]==max(atl[, (i+5)])],]}
    if (is.null(dim(atll))) {atll<-atll} else {atll<-
atll[which.max(atll[,3]),]}

    atm<-ttt[-1,]
    if (is.null(dim(atm))) {atmm<-
atm[atm[(i+5)]==min(atm[(i+5)])]} else {atmm<-atm[atm[,
(i+5)]==min(atm[, (i+5)])],]}
    if (is.null(dim(atmm))) {atmm<-atmm} else {atmm<-
atmm[which.max(atmm[,3]),]}

    vet<-intersect(atll[5:(length(atll)-1)],atmm[5:
(length(atmm)-1)])

    stima[s,]<-
c(Dtr[atll[length(atll)]],Dte[s],Dtr[atmm[length(atmm)]],atll[le
ngth(atll)],atmm[length(atmm)],c(vet[vet>0],rep(0,i-
length(vet[vet>0]))))

    rm(n,C,CC,nn,nnn,z,cc,ccc,tt,ttt,ii)
    rm(atm,atl,atmm,atll,vet,h,s)

  }

```

Output del programma DRSA per le dieci suddivisioni del campione rilevato

Set\_1

Caso testing set	At least	V	At most	n. caso regola at least	n. caso regola at most	Intersezione																			
						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	75770	76990	97798	8	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2	74655	79560	108243	7	36	9	10	13	16	26	29	36	0	0	0	0	0	0	0	0					
3	161282	85392	127500	99	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
4	75770	87664	101749	8	31	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
5	91630	89360	92007	21	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
6	81182	92007	89842	12	20	19	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
7	130269	102931	162365	61	102	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
8	82774	108243	162365	15	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
9	97278	110397	140454	27	73	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
10	149376	115366	200250	86	128	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
11	95509	124480	131840	25	62	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
12	81940	126018	119068	14	42	28	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
13	221899	127500	127500	137	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
14	69276	136386	57369	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
15	97278	140716	162365	27	103	76	78	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
16	97278	140716	179143	27	113	27	38	42	51	53	64	65	70	73	75	76	78	85	98	105	112	113			
17	210119	140716	200250	133	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
18	149037	148569	130050	84	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
19	97278	148569	140716	27	75	27	38	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
20	97278	159118	140716	27	75	66	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
21	130269	159181	192673	61	123	61	89	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
22	119068	160077	130269	41	61	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
23	119229	165396	142340	44	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
24	97278	165612	169320	27	107	34	44	51	54	64	65	66	78	84	85	89	98	105	107	0	0				
25	129892	172977	165612	57	105	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
26	152139	174272	140454	90	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
27	119068	186178	130269	41	61	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
28	194838	193755	232723	125	143	125	133	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
29	162365	205662	179143	103	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
30	232405	217548	221899	142	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

Set\_2

Caso testing set	At least	V	At most	n. caso regola at least	n. caso regola at most	Intersezione																			
						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	82774	63672	69276	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2	69226	64946	57369	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
3	73605	74655	69276	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
4	73605	81182	104996	4	30	6	10	13	14	16	17	18	19	23	27	30	0	0	0	0					
5	183600	81940	119646	105	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
6	85392	89360	87664	15	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
7	73605	92007	89842	4	19	18	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
8	124480	95509	172977	46	101	46	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
9	127500	97278	112605	51	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
10	119229	98692	69276	42	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
11	119068	111427	162365	38	92	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
12	137445	115366	202878	60	120	60	71	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
13	73605	123808	119068	4	41	6	7	8	9	14	16	17	23	24	26	27	37	41	0	0					
14	82774	124480	69276	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
15	73605	126018	114444	4	37	10	11	14	16	23	25	37	0	0	0	0	0	0	0	0					
16	161180	126957	179143	89	104	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
17	85392	127500	114444	15	37	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
18	119068	129892	165612	38	96	38	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
19	139740	130050	91630	64	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
20	82774	130269	119068	12	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
21	107471	135304	114444	31	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
22	119229	140283	84836	42	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
23	140716	140454	149105	68	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
24	200250	143075	191017	119	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
25	150858	149376	191017	81	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
26	148569	151541	165612	76	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
27	148569	151541	148569	77	77	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
28	169671	154556	145327	99	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
29	102831	159118	135252	28	58	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
30	150858	159118	136386	81	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
31	197676	160242	119068	118	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
32	73605	162365	135252	4	58	6	9	16	17	18	19	23	25	27	37	41	43	57	58	0					
33	227311	169320	191017	130	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
34	210119	176436	172977	125	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
35	140716	179143	57369	68	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
36	232405	186666	136386	133	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
37	148569	192673	203497	77	121	77	85	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
38	210119	214322	232405	125	133	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
39	344893	229074	312120	140	139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
40	312120	246943	194838	139	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
41	344893	324730	312120	140	139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					



Allegati

Set\_5

Caso testing set	At least	V	At most	n. caso regola at least	n. caso regola at most	Intersezione																			
						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	98692	63672	88434	22	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2	69226	69276	57369	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
3	73605	74655	81182	4	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
4	75770	76990	97798	5	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
5	73605	79560	108243	4	29	6	7	11	21	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
6	73605	81600	95254	4	18	8	13	14	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
7	115366	81940	126018	32	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
8	73605	84836	64946	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
9	75770	87664	101749	5	23	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
10	81182	89842	64946	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
11	165612	91630	136386	92	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
12	115366	91800	88434	32	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
13	115366	95509	172977	32	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
14	127500	96900	108243	46	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
15	127500	108189	124480	46	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
16	97278	110397	140454	19	62	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
17	115366	111427	162365	32	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
18	139634	119068	179143	59	99	59	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
19	82774	119068	126018	10	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
20	214322	119229	190292	122	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
21	115366	124480	131840	32	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
22	85392	127500	114444	12	31	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
23	119068	129892	165612	33	91	33	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
24	102831	135252	142340	24	65	57	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
25	123645	139100	123645	37	37	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
26	98692	140716	137445	22	57	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
27	115366	140716	162365	32	88	47	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
28	115366	140716	179143	32	99	44	59	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
29	210119	140716	172977	120	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
30	115366	146128	142340	32	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
31	102831	152348	137445	24	57	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
32	115366	157494	142340	32	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
33	102831	159118	142340	24	66	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
34	115366	161180	165612	32	92	47	64	77	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
35	130269	161282	165612	51	91	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
36	158100	162209	137445	81	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
37	73605	162365	140454	4	62	6	7	9	11	13	14	15	17	18	19	20	23	26	31	41	54	62			
38	227311	169320	191017	125	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
39	246943	174272	205662	132	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
40	115366	179143	64946	32	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
41	212242	183600	227311	121	125	125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
42	193755	200250	191017	110	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
43	232405	217548	221899	128	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
44	324730	229074	312120	135	134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
45	324730	270608	205662	135	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
46	282515	344893	324730	133	135	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

Set\_6

Caso testing set	At least	V	At most	n. caso regola at least	n. caso regola at most	Intersezione			
1	69226	57369	63672	3	1	0	0	0	0
2	81182	69276	64946	7	2	0	0	0	0
3	232723	73605	92007	136	17	0	0	0	0
4	81182	74655	81182	6	6	6	0	0	0
5	139740	75770	130269	63	54	0	0	0	0
6	69226	75770	81182	3	6	6	0	0	0
7	82774	79560	119068	9	33	15	33	0	0
8	83232	81630	89842	10	14	0	0	0	0
9	76930	84836	64946	4	2	0	0	0	0
10	81182	89434	81182	7	6	0	0	0	0
11	85392	89360	81182	11	6	0	0	0	0
12	203497	91630	130050	122	53	0	0	0	0
13	127500	96900	119068	48	33	0	0	0	0
14	85392	97419	81182	11	6	0	0	0	0
15	127500	108189	124480	48	42	0	0	0	0
16	95509	108243	81182	19	6	0	0	0	0
17	97278	110397	140454	20	65	65	0	0	0
18	115366	111427	162365	31	94	0	0	0	0
19	85392	124480	119068	11	33	25	33	0	0
20	115366	128809	97278	31	20	0	0	0	0
21	97278	134222	112605	20	29	20	29	0	0
22	97278	136386	63672	20	1	0	0	0	0
23	97278	148569	140716	20	67	44	67	0	0
24	143263	149037	63672	75	1	0	0	0	0
25	102831	152348	137445	24	59	59	0	0	0
26	115366	157494	172107	31	104	0	0	0	0
27	312120	158100	195245	140	118	0	0	0	0
28	126957	159181	192673	46	115	46	89	0	0
29	115366	161180	165612	31	100	50	68	99	100
30	140716	172977	190292	71	110	0	0	0	0
31	152139	174272	140454	85	65	0	0	0	0
32	312120	174272	203497	140	122	0	0	0	0
33	159118	183600	227311	89	131	131	0	0	0
34	210119	184013	193755	126	116	0	0	0	0
35	232405	186666	130050	135	53	0	0	0	0
36	115366	194838	162365	31	95	0	0	0	0
37	217548	221899	232723	130	136	0	0	0	0
38	324730	235970	202678	141	121	0	0	0	0
39	312120	246943	196245	140	118	0	0	0	0
40	282515	344893	324730	139	141	139	0	0	0

Set\_7

Allegati

Caso testing set	At least	V	At most	n. caso regola at least	n. caso regola at most	Intersezione									
						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	69226	57369	63672	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	74655	75770	64946	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	74655	79560	64946	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	74655	81182	95254	6	22	6	11	15	22	0	0	0	0	0	0
5	183600	81940	126018	107	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	75770	83232	81600	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	81182	88434	89842	10	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	81182	92007	89842	10	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	143075	97278	112605	75	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	82774	111427	162365	12	96	55	56	57	0	0	0	0	0	0	0
11	82774	119068	126018	12	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	119068	119646	126018	40	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	169320	126957	142340	100	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	159118	126957	179143	92	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	217548	127500	124480	128	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	102831	128809	112605	29	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	159118	130050	63672	92	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	282515	139740	192673	136	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	140716	140454	140283	70	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	150858	140716	130269	84	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	102831	140716	162365	29	97	29	70	74	0	0	0	0	0	0	0
22	102831	149105	162209	29	95	61	64	73	91	0	0	0	0	0	0
23	169671	152139	101749	101	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	102831	159118	142340	29	74	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	162365	160242	119068	97	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	127345	161180	179143	52	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	130269	161282	165612	57	99	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	74655	162365	135252	6	61	15	16	17	22	25	46	50	60	61	
29	119229	165396	142340	43	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	127345	165612	179143	52	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	176436	168732	159118	105	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	140716	172977	190292	72	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	140716	179143	64946	70	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	210119	184013	200250	124	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	210119	186666	136386	124	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	235970	197676	123808	133	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	148569	202878	162365	79	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	162365	205662	140283	97	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	183600	227311	203497	107	121	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	200250	228888	192673	120	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	282515	232405	214322	136	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	324730	270608	174272	138	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Set\_8

Caso testing set	At least	V	At most	n. caso regola at least	n. caso regola at most	Intersezione														
1	69226	69276	57369	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	73605	74655	75770	5	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	161282	85392	127500	99	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	81182	88434	81182	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	81182	89842	64946	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	81940	97419	75770	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	82774	111427	162365	15	101	61	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	149376	115366	202878	86	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	75770	119068	126018	6	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	139100	123645	139100	67	67	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	217548	127500	124480	135	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	174272	129892	124480	111	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	139740	130050	63672	70	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	102831	135252	162365	32	102	65	89	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	102831	137445	162365	32	102	65	89	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	192474	140716	130269	119	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	98692	140716	139100	30	67	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	102831	142340	134222	32	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	143263	149037	148569	79	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	148569	151541	165612	82	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	148569	151541	148569	83	83	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	150858	159118	136386	87	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	197676	162365	164421	125	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	102831	165612	179143	32	113	32	55	58	59	73	74	93	98	99	105	113				
25	227311	169320	227311	137	137	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	102831	179143	64946	32	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	212242	183600	227311	132	137	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	150858	188884	119068	87	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	119229	191017	126018	45	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	149376	191017	190292	86	117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	193755	200250	196245	121	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	282515	228160	246943	145	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	221899	232723	196245	136	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Set\_9

Caso testing set	At least	V	At most	n. caso regola at least	n. caso regola at most	Intersezione			
1	123645	69226	126957	46	53	0	0	0	0
2	183600	75770	130269	116	62	0	0	0	0
3	130269	85392	127500	62	57	0	0	0	0
4	89360	87664	101749	20	32	20	0	0	0
5	200250	98692	69276	129	4	0	0	0	0
6	107471	104040	97798	35	31	0	0	0	0
7	97278	110397	92007	29	24	0	0	0	0
8	97278	112605	92007	29	24	0	0	0	0
9	73605	114444	92007	5	24	5	17	24	0
10	140716	119068	124480	78	50	0	0	0	0
11	214322	119229	190292	135	120	0	0	0	0
12	119068	129892	165612	41	105	41	44	0	0
13	228160	139740	191017	139	122	0	0	0	0
14	115366	140454	140283	40	73	73	0	0	0
15	102831	140716	162365	33	103	33	58	76	94
16	102831	142340	134222	33	65	0	0	0	0
17	217548	143263	202878	136	130	0	0	0	0
18	151541	145327	69276	88	4	0	0	0	0
19	217548	149037	148569	136	83	0	0	0	0
20	107471	149105	162365	35	102	46	67	70	0
21	102831	159118	140716	33	75	0	0	0	0
22	130269	161282	162365	62	102	62	0	0	0
23	169320	164421	162365	107	102	0	0	0	0
24	115366	165612	165396	40	104	0	0	0	0
25	232405	186666	136386	141	68	0	0	0	0
26	246943	192474	174272	144	111	0	0	0	0
27	174272	196245	148569	112	84	0	0	0	0
28	200250	203497	200250	129	129	129	0	0	0
29	227311	210119	214322	138	135	0	0	0	0
30	176436	216486	194838	113	127	0	0	0	0
31	344893	229074	312120	148	147	0	0	0	0
32	221899	232723	191017	137	123	0	0	0	0
33	344893	324730	312120	148	147	0	0	0	0

Set\_10

Caso testing set	At least	V	At most	n. caso regola at least	n. caso regola at most	Intersezione			
1	98692	63672	91630	30	22	0	0	0	0
2	73605	74655	69276	5	4	0	0	0	0
3	75770	87664	101749	6	31	31	0	0	0
4	81182	88434	92007	12	25	12	21	23	25
5	115366	95509	172977	42	112	49	80	0	0
6	119068	96900	114444	44	41	0	0	0	0
7	75770	108243	89842	6	21	0	0	0	0
8	214322	119229	190292	136	119	0	0	0	0
9	197676	120360	123808	127	48	0	0	0	0
10	139100	123645	139100	65	65	65	0	0	0
11	82774	124480	91630	15	22	22	0	0	0
12	165612	126957	142340	108	76	0	0	0	0
13	161180	126957	179143	99	115	99	0	0	0
14	85392	127500	114444	18	41	24	0	0	0
15	139740	130050	91630	68	22	0	0	0	0
16	82774	130269	162365	15	102	39	43	66	102
17	102831	135252	162365	32	103	62	64	90	94
18	119068	140283	84836	45	17	0	0	0	0
19	140716	140716	179143	73	115	73	0	0	0
20	150858	149376	191017	86	122	0	0	0	0
21	102831	159118	142340	32	76	76	0	0	0
22	282515	169320	191017	148	121	0	0	0	0
23	246943	174272	205662	146	132	0	0	0	0
24	210119	176436	172977	134	112	0	0	0	0
25	212242	183600	203497	135	130	0	0	0	0
26	210119	184013	200250	134	128	0	0	0	0
27	246943	192474	174272	146	113	0	0	0	0
28	148569	192673	203497	82	130	82	88	93	130
29	210119	216486	194838	134	125	0	0	0	0
30	282515	227311	203497	148	130	0	0	0	0
31	282515	344893	324730	148	150	148	0	0	0

Andamento dei valori marginali nei vari intervalli nella procedura *holdout sample* per l'applicazione UTA

	Intervalli	1	2	3	4	5	6	7	8
Dist	50 - 83	0	-5	0	-32	-19	-6	0	-13
	83 - 117	0	-5	0	-32	-19	-6	0	-13
	117 - 150	0	-5	0	-32	0	-6	0	-13
	150 - 183	0	-5	0	0	0	-6	0	0
	183 - 217	0	-5	0	0	0	-6	0	0
217 - 250	0	-5	0	0	0	-6	0	0	
Eta	1 - 27	-1225	-5374	-5849	-3030	-1845	-1493	-284	-1493
	27 - 53	-297	-392	-344	-450	-309	-309	-284	-309
	53 - 78	-297	-392	-344	-450	-309	-309	-284	-309
	78 - 104	-297	-361	-344	-450	-309	-309	-284	-309
	104 - 130	-297	-361	-344	-97	-309	-309	-284	-309
Sup	20 - 44	1226	1197	2327	1079	1203	1203	1311	1203
	44 - 68	1226	1197	1174	1079	1203	1203	1311	1203
	68 - 92	1226	1197	1174	1079	1203	1203	1311	1203
	92 - 116	1226	1197	1174	932	1203	1203	1311	1203
	116 - 140	0	0	0	0	0	0	0	0
Scom	1 - 2	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Spa	1 - 2	5460	0	3481	7298	4745	4745	4609	4745
	2 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Qaria	1 - 2	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Finimm	1 - 2	1772	1411	3832	0	861470	1263	0	1263
	2 - 3	1772	1411	3832	0	1263	1263	0	1263
	3 - 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Manimm	1 - 2	36245	35982	37471	39700	33415	19085	34165	37345
	2 - 3	18050	18598	17643	18994	19085	19085	14511	19085
	3 - 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Pscop	4 - 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Box	1 - 1	0	0	0	0	0	0	0	0

	Intervalli	9	10	11	12	13	14	15	16
Dist	50 - 83	-6	-99	-6	-13	-13	0	-10	-10
	83 - 117	-6	0	-6	-13	-13	0	-10	-10
	117 - 150	-6	0	-6	-13	-13	0	-10	-10
	150 - 183	-6	0	-6	0	0	0	-10	-10
	183 - 217	-6	0	-6	0	0	0	0	0
217 - 250	-6	0	-6	0	0	0	0	0	
Eta	1 - 27	-1493	-4218	-1493	-1493	-1493	-4429	-1390	-1390
	27 - 53	-309	-515	-309	-309	-309	-324	-308	-308
	53 - 78	-309	-515	-309	-309	-309	-324	-308	-308
	78 - 104	-309	-322	-309	-309	-309	-324	-308	-308
	104 - 130	-309	-322	-309	-309	-309	-324	-308	-308
Sup	20 - 44	1203	1131	1203	1203	1203	1185	1202	1202
	44 - 68	1203	1131	1203	1203	1203	1185	1202	1202
	68 - 92	1203	1131	1203	1203	1203	1185	1202	1202
	92 - 116	1203	1131	1203	1203	1203	1185	1202	1202
	116 - 140	0	1131	0	0	0	0	0	0
Scom	1 - 2	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Spa	1 - 2	4745	4195	4745	4745	4745	4490	4717	4717
	2 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Qaria	1 - 2	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Finimm	1 - 2	1263	161	1263	1263	1263	1157	1223	1223
	2 - 3	1263	161	1263	1263	1263	1157	1223	1223
	3 - 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Manimm	1 - 2	33415	39123	37345	33415	37345	36894	33468	33468
	2 - 3	19085	20085	19085	19085	19085	19762	19192	19192
	3 - 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Pscop	4 - 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Box	1 - 1	0	0	0	0	0	0	0	0