

Valuto: an algorithm for the fair valuation of real estate market values

Marco Mancini, Roberto Tauci, Giovanni Puccetti^{1,*}

¹ Department of Economics, Management, and Quantitative Methods, Università degli Studi di Milano, via Conservatorio 7, 20122 Milano, Italy; giovanni.puccetti@unimi.it

* corresponding author

Parole chiave

market approach; property valuation; market value; assessment methods; statistical methods

Abstract

We provide a novel algorithm, called *Valuto*, for the fair valuation of real estate market values. The algorithm is based on the selling prices (or adjusted asking prices) of properties located in well-defined areas (microzones) of a territory. The algorithm takes into consideration the peculiar features of each individual property (cadastral typology, maintenance, presence or absence of an elevator, floor level, energy efficiency rating, gross and conventional surface area) and, based on well-defined conversion tables, recalculates its value. The algorithm could serve a variety of purposes in social applications, from the long sought-after land registry reform to a fair valuation of mortgaged properties. It also has an appealing marketable potential for real estate instant-buyers. In this paper, we describe the full implementation of the algorithm and provide guidelines on its application to the above-mentioned scopes. The algorithm is implemented via a user-friendly, testable web application at www.valuto.org.

1. Introduction and motivation

An automated, immediate, fair, and unbiased valuation of properties is urgently needed by many agents operating in the real estate market, to serve a variety of purposes:

- The long sought-after reform of property taxation in Italy will stem from a complete revision of cadastral taxable values (revenues), to be based preferably on real market values; the many reasons why the current property taxation in Italy is unfair are outlined for instance in Curto et al. (2014);
- Banks need a tool to confirm the value of a mortgaged property and to compare the work of their own valuation experts in order to avoid upward biases and frauds, and to mitigate the risk of issuing mortgages not supported by adequate guarantees.
- The numerous *instant buyers* present in the real estate market, but also private owners, need a quick tool to automatically determine the fair value of a property.

All these tasks call for an immediate, possibly automatic valuation of a property, based on a number of inputs to be inserted by the end-user, i.e., they call for a valuation algorithm.

Rapidity aside, there are many desirable features that such an algorithm should have:

- 1 Its valuations replicate the market value of a property defined according to the 575/2013 EU regulation (Art. 4, (86), derived from the International Valuation Standards Council (2022)): *«market value means, for the purposes of immovable property, the estimated amount for which the property should exchange on the date of valuation between a willing buyer and a willing*

seller in an arm's-length transaction after proper marketing wherein the parties had each acted knowledgeably, prudently and without being under compulsion»;

- 2 It is coherent with the *Market Approach* as defined by the International Valuation Standards Council (2022) in IVS 105, 20.1: «*The market approach provides an indication of value by comparing the asset with identical or comparable (that is similar) assets for which price information is available.*»;
- 3 It is able to automatically learn the current trends in the real estate market;
- 4 It can raise a warning in the case of a valuation that falls outside of a pre-determined relative range of tolerance.

In this paper we introduce and describe an algorithm named *Valuto* which is already operating in the area of Viareggio, Italy, via a user-friendly web platform available at www.valuto.org. We show that *Valuto* possesses all the desirable features previously mentioned and contributes to an improvement of the Market Comparison Approach, which is currently the most widely used method of valuation of a property.

The scope of an automatic pricing of real estate assets is similarly pursued in Curto et al. (2014), where an operational methodology for determining correction coefficients to apply to land registry values, determined based on the marginal contribution of the location of a property to its market value is outlined. Both the methodology described in Curto et al. (2014) and the one in this paper have been given relevance in the press; see for instance Fossati (2015). The aim of our algorithm is consistent with the current needs to make the valuation more objective through the support of Computer Assisted Mass Appraisal (CAMA) methods, as also provided by different regulations, e.g. the Regulation (EU) No 575/2013 of the European Parliament and of the Council (art. 208: «*Institutions may use statistical methods to monitor the value of the immovable property and to identify immovable property that needs revaluation*») and the Red Book Global Standards 2022 of the Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) (VPS5, 4: «*Valuation methods may include a range of analytical tools or techniques as well as different forms of modelling, many of which involve advanced numerical and statistical practices*»).

1.1 The current method of valuation used by professionals

The current standard (and most popular under IVSC) method used by banks and professionals to appraise a property is the so-called *Market Comparison Approach* (MCA), where the evidence derived from the analysis of sales or leasing of similar assets is used to demonstrate value. The valuation of a subject real estate stems from the comparison with a number of houses having similar features and known market prices.

In order to apply the MCA method, the comparison of comparable properties should be restricted to properties that are as similar as possible. In case of differences, the professional makes some adjustments based on the marginal prices of housing features, e.g., the expert adjusts the estimated value based on the different energy performance rating or the different floor location.

Though in principle the MCA has the properties 1) and 2) as outlined above, its main drawback lies in its practical application. In fact, the professional typically compares only 2 assets which are chosen, subject to their own personal preference and sensitivity. A comparison based on only 2 entities chosen by the expert is naturally prone to a subjective estimation bias. The possibility to enlarge the dataset of assets upon which the MCA comparison is based is an obvious alternative that however struggles against some practical constraints:

- The expert typically bases the comparison upon official acts, where some relevant risk factors affecting the subject property value are not indicated;
- The expert, if engaged with a bank for the valuation of a property, perceives a very low salary and therefore keeps the number of properties to be analyzed (each property's act comes with an extra administrative cost) and physically visited to a minimum;
- Generally, the (two) assets to be compared are chosen based on opportunity and easiness to reach, generating an anti-selection bias;

- The MCA method does not learn from previous valuations and does not automatically update its estimates. Experts do not share information, and each valuation is started anew.

In this paper, we describe a methodology that shares the same principles of the MCA approach and at the same time improves it by satisfying points 3) and 4).

A few other different methods of valuation of a property exist. The Revenue Agency periodically publishes a number of reports on the Italian real estate market, including some price quotations, on its web site: the so called Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI). However, the Revenue Agency states in Agenzia delle Entrate (2018) that «... *the OMI quotations are not meant to represent a substitute for the precise estimate of the value of an individual property, but rather identify a range of quotations to which the average value of real estate units in ordinary conditions is likely to belong.* »

Even though the Revenue Agency uses in practice the OMI quotations to check the taxable values declared in official acts, on its website the Revenue Agency remarks that: «*In the process of price estimation, the OMI quotations cannot be understood as a substitute for a precise estimate, as they provide indications of a broad range of approximate values.*»

Finally, there are a number of on-line real estate agencies in the market that provide an algorithm for the immediate valuation of properties. These online tools in fact possess all the desirable features of a good valuation algorithm except for the fact that they are based solely on the database of *asking prices* uploaded by private owners and real estate agencies. Consequently, any valuation produced by such online tools comes with a strong upward bias; asking prices could be in principle used also in the algorithm we describe below provided they are first adjusted.

2. Description of the algorithm

In this section we describe our algorithm in detail. The interested reader can freely test it or reproduce the numerical example given below using the user-friendly platform available at the web address www.valuto.org via the credentials `username=utente`, `password=utentestandard` (any input inserted via these credentials will not be recorded in the real database).

Based on a series of input features for a given property, the algorithm first standardizes the estimated market value per square meter and then compares it with the average standardized value obtained from the similar properties included in its database and located in the same microzone. Even if the term microzone may refer to the obsolete system of census microzones as defined by the Presidential Decree n. 138 of 23 March 1998, the algorithm uses a customizable partition in microzones corresponding to the real segments of the housing market in the territory under study.

The standardization performed by the algorithm is based on the so-called “reference property”, which is a house or an apartment:

in normal conditions, located on the first floor of a building with no elevator, and with an energy performance rating equal to E.

Each microzone can be allowed to have a specific type of reference property, e.g., a country microzone would typically have a different reference property than the historical center of a big city. The algorithm receives as input the following different features of the subject property (the property under study):

- 1 Its specific microzone in the territory;
- 2 Its type: either an independent building or a portion of a building;
- 3 Its typology as registered in the cadastral system;
- 4 Its conditions (of maintenance, electrical, water and heating systems, etc...);
- 5 Its floor level if being a portion of a building (this info is not provided if the subject is an independent building);
- 6 The presence of an elevator in the building (this info is not provided if the subject is an independent building);
- 7 Its energy performance rating (either estimated or officially certified);

- 8 Its gross surface area in square meters (including also external perimeter walls but not including appurtenant areas like the ones mentioned in 9.);
- 9 Its conventional surface area in square meters (including its gross surface area 8. and a (customizable) weighted sum of appurtenant areas like balconies, terraces, cellars, parking spaces, gardens, etc....);
- 10 Its market value (selling price or adjusted asking price).

For a given subject property, the algorithm computes the Conventional Market Value (CMV) per square meter as the ratio between the estimated market value 10. and the conventional surface area 9. (1):

$$CMV = \frac{\text{market value}}{\text{conventional surface area}} = \frac{(10.)}{(9.)}. \quad (1)$$

The algorithm then applies a series of adjustments to the CMV to obtain the so-called Reference Value (RV) per square meter which is the conventional market value of the property as if the property had the same features of the reference property as defined above.

The adjustments starting from the CMV to obtain the RV are made according to the coefficients provided in the following conversion tables, which constitute a first core of the algorithm (a second core being the database of comparables as described below). Apart from the one for energy performance rating, all the figures provided in the tables below are to be intended as multiplicative coefficients by which the CMV must be divided to obtain the RV or, vice versa, the RV must be multiplied to obtain the CMV (we provide a numerical example below). In the case that the property has the same features of the reference property (boldfaced in the tables to follow) the coefficient is set to 1 (i.e., no correction is made).

Each microzone has its own customizable set of tables, so that the coefficients and marginal prices (as the ones given below) for the various features of a property are automatically adapted when the end-user selects the microzone of interest. Also, the various tables of coefficients can be changed and adapted depending on the future trends of the real estate market for a specific microzone. Finally, one may need to add extra property features which are relevant to determine the value of a property. All these parameters can be tailored to the specific needs of the end-user, but their choice could also be statistically automated; see Section 6 below.

We illustrate all the conversion tables as currently used by the algorithm in one specific microzone (“Viareggio–Centro Storico”) (Tables 1-4).

Table 1. Conversion table for the cadastral typology (for residential properties)

Cadastral typology (3.)	Adjustment coefficients
A/8	1.1
A/7	1.0
A/1-2-3	1.0
A/4	0.95
A/5	0.90

The table for the cadastral typology is obtained (by rounding) from the decree-law *N. 2007/120811* by the Revenue Agency (Agenzia delle Entrate, 2007), All. 1. Cadastral typologies A/7-8 and A/1-2-3-4-5 will form two groups of comparables, as described below. Any other cadastral category is considered as a standalone group (will be compared within the same category) and has a coefficient of 1. Notice however that some specific typologies (like C/2-3) may require different input features.

Table 2. Conversion table for the conditions level

Livello delle condizioni (4.)	Coefficienti correttivi
Excellent/stunning/luxury	1.1
Normal	1.0
Poor	0.8
Extremely poor	0.6

The table for the conditions level is taken from the Law n. 392 of 27 July 1978 art. 21; on top of this law, we added the extra adjustment for excellent conditions.

Table 3. Conversion table for the floor level (for apartments or portions of buildings)

Floor level (5.)	Adjustment coefficients with an elevator (6.)	Adjustment coefficients without an elevator (6.)
Seminterrato	0.80	0.75
Terra	0.95	0.90
Primo	1.03	1.00
Secondo	1.06	0.90
Terzo	1.09	0.80
Quarto	1.12	0.70
Quinto	1.15	0.55
Sesto	1.18	0.40
Attico	1.20	-

The Table for the floor level without an elevator is taken from the one in Moro Visconti et al. (2010), p.135, with slight modifications for the ground floor and the basement. The coefficients for floor levels with an elevator have been set to reflect the fact that, on average, a building with an elevator is worth more than one without (e.g., a first floor with elevator should have a coefficient slightly larger than 1). An attic is located at least on the third floor of a building with an elevator.

The *CMV* is divided by the coefficients for typology, conditions, and floor level. Then, a final amount is subtracted or added to consider the energy performance rating of the property with respect to the E rating of the reference property (no correction is made if the property is already certified as E). The energy performance rating has an additive effect on the reference value as it is in principle independent of any other feature (i.e., an increase of efficiency per sqm has the same cost independent of the floor level of an apartment).

Table 4. Conversion table for the energy efficiency rating

Energy efficiency rating	Adjustment coefficients
Passive house	+525 EUR
A4	+490 EUR
A3	+455 EUR
A2	+420 EUR
A1	+385 EUR
B	+350 EUR
C	+250 EUR
D	+150 EUR
E	0 EUR
F	-200 EUR
G	-250 EUR

The table for the energy efficiency rating is taken from Bellintani (2008), with an extra refinement for the newly implemented A classes. The coefficient for energy rating is multiplied by the ratio between gross surface area (8.) and conventional surface area (9.) since any cost sustained to improve the energy performance rating of a property typically depends mostly upon the gross surface (8.).

$$RV = \left(CMV \times \frac{1}{\text{typology } c.} \times \frac{1}{\text{conditions } c.} \times \frac{1}{\text{floor level } c.} \right) - \left(\frac{\text{gross surface area (8.)}}{\text{conv. surface area (9.)}} \times \text{energy } c. \right) \quad (2)$$

The *RV* so obtained is compared to the arithmetic mean *RV** of all the *RV*'s of the set of so-called comparables, that is all the properties of the same type (independent buildings or portions of building) located in the same microzone of the same town, which share the same cadastral typology and having been priced in the last 12 months. The algorithm shows the exact number of comparables used to compute the value of *RV**. Each cadastral typology is considered to be a standalone group (to compute *RV** for an A/9 property only A/9 comparables are taken into account) with two exceptions: typologies A/1-2-3-4-5 and A/7-8 are grouped together (e.g., to compute *RV** for an A/3 property all A/1-2-3-4-5 properties of the same type and located in the same microzone are taken into account).

2.1 Warnings for large relative deviations

In the case that the relative difference between *RV** and *RV* is larger than a given tolerance level, the end-user receives a warning, with the indication that the proposed valuation is overestimating or underestimating the average value in the area for properties sharing the same features. In practice, a warning is raised if (3):

$$\frac{|VR - VR^*|}{VR^*} > \alpha \quad (3)$$

where α is a customizable tolerance level that, in the specific case of *Valuto*, is set to 0.1. As a quality control, in the case that this relative deviation is bigger than a customizable 10%, the web manager of *Valuto* receives an email. In the case of many valuations with bigger deviations, the valuations posted by a specific end-user might be excluded from the database.

The end-user can ignore the warning and possibly write a justification on why the proposed valuation is correctly estimating the asset (there can always be some risk factors not considered by the algorithm, such as the presence of a noise source in the immediate surroundings, or the very poor state of maintenance of the neighborhood, etc.), or revise the valuation according to the estimated value *V**

computed by the algorithm by the inverse procedure (4):

$$V^* = \left(RV^* + \left(\frac{(8.)}{(9.)} \times energy\ c. \right) \right) \times (typology\ c.) \times (conditions\ c.) \times (floor\ level\ c.) \times (9.) \quad (4)$$

This red flag raised by the algorithm is mostly useful for banks in the case that the subject property will serve as a collateral for a mortgage, and hence the bank credit system is relying on a fair valuation of the subject property.

2.2 A numerical example

We propose a reproducible numerical example. Suppose that the subject property is an apartment with the following features located in the microzone “Viareggio-Centro Storico”:

An A/3 typology, in poor conditions, located on the second floor of a building with an elevator, G energy rating, with a conventional surface area of 157 (gross surface area of 150) sqm. The property has been purchased at a market value of 400,000 EUR.

The algorithm computes (5):

$$CMV = \frac{400,000}{157} = 2,547.77 \quad (5)$$

approximated to the second decimal digit, and (6):

$$RV = \left(2547.77 \times \frac{1}{1 \left(\frac{A}{3} \text{ type} \right)} \times \frac{1}{0,8 \text{ (poor conditions)}} \times \frac{1}{1.06 \text{ (second floor with elevator)}} \right) - \left(\frac{150}{157} \times (-250) \text{ (G rating)} \right) = 3,243 \frac{\text{EUR}}{\text{sqm}} \quad (6)$$

approximated to the nearest integer.

The value of RV^* based on 11 comparables is equal to 3696 EUR/sqm. Since the ratio (7):

$$\frac{|3,243 - 3,696|}{3,696} = 12.2\% \quad (7)$$

is above the tolerance threshold (5%), the valuation is not deemed coherent, and the end-user receives an alert and a request for confirmation to include it, hence increasing the number of actual comparables to 12. Inverting the above calculations, the algorithm also provides its own valuation V^* of the market value of the property. In this case one has (8):

$$V^* = \left(3,696 + \frac{150}{157} \times (-250) \right) \times (1) \times (0.8) \times (1.06) \times 157 = 460,271 \text{ EUR} \quad (8)$$

approximated to the nearest integer. Note that the value V^* is disclosed by the algorithm only if the valuation deviates from the tolerance level. In the case the valuation is deemed coherent, it is just included in the database, and the end-user is granted the possibility to see the list of comparables. In the case that the subject property is located in a building currently without an elevator, but the installation of an elevator has already been approved with a known cost for the property, the correction table with an elevator is used both for the standardized value RV^* and the algorithm estimate V^* . The website however subtracts the known cost of the elevator for the property to obtain the commercial value of the property.

2.3 Microzone customization

If one selects a property with the same features of the one given as an example in Section 2.2., but located in a different microzone (“Camaiole – Lido di Camaiole – Edificata Periferia”), then the algorithm computes a different $RV = 3252$ EUR.

This is because each microzone may have its own set of tables of coefficients, that are completely customizable and can be updated over time to reflect the specific characteristics of the microzone and its housing market trend. Also, the set of comparables is different and therefore the values RV^* and V^* . The algorithm has also a default table which is used in case a customized table is not present for a given microzone.

3. Conclusions and possible implementation

The *Valuto* algorithm provides an immediate, easy-to-obtain, price-based, and fair valuation of the market value of a property. Based on the features of a subject property, the algorithm first standardizes its market value per square meter using a number of conversion tables (with adjustment coefficients), and then compares it with the average standardized value obtained from the similar properties included in its database and located in the same microzone.

Each valuation is processed automatically and in real time by the algorithm which returns feedback on the coherence of the price, also raising an alert in the case of a significant relative deviation from the average reference value in the area. The new valuation is then included in the database.

As extra added value, this allows for: a monitoring of the professionals working in the area, either by a bank or a municipality; the possibility for the bank to have an automatic and inexpensive update of the value of a mortgage collateral asset, e.g., once every year (as prescribed by the law).

A relevant limitation of the algorithm must be pointed out: since the performance of the valuation is checked in terms of deviation from the estimated value for the average reference value in the area, there is not a test to verify if the adjustments required for each comparable are too high. For example, it could be that a property can be a reliable comparable in terms of adjusted price (falling within the range of acceptance), but not in terms of property factors. Future insights of the work can concern this aspect, in order to make the algorithm's outputs more reliable and effectively useful.

The algorithm is based on the principle according to which the market determines the value of a property, as it has already done for similar properties in the same microzone.

Even if partially resembling and being inspired by the widely used Market Comparison Approach, our algorithm is less expensive since it requires an inspection of the subject only to qualify its characteristics in detail and no extra documentation. Moreover, it is also more precise, being based on the comparison between several comparables.

Used on a bigger scale, *Valuto* may provide a real-time re-valuation of all the real estate assets present in its database, or in a given territory. Privacy is guaranteed by the design of the algorithm which keeps each valuation anonymous to the other users and only provides the result of an aggregate calculation (e.g., the average reference value of the set of comparables) without disclosing the exact location of each one (cadastral coordinates of each comparable are not shown).

Notice that our method does not want to replace the valuation techniques used by individual professionals and possibly required by international standards; it is rather a further verification offered to the experts who can thus compare their own work with that of other colleagues operating in the same area, and a practical improvement of the MCA method.

3.1 Practical implementation of the algorithm

Valuto, or any other algorithm operating along the principles stated in the Introduction, needs a well-constructed and rich database of prices to provide fair valuations reflecting the current trends of the real estate market. Of course, the larger the number of (recent) valuations included in the database, the more precise the average reference value (and value estimate) provided by the algorithm. Also, the reliability of the estimation procedure relies on the coefficients used to correct for differences between characteristics (implicit prices).

Below we indicate some possible suggestions for a quick creation of a dataset, either at the municipal level or at the top government level, and for choosing and updating marginal prices.

Individual municipalities could be instructed to inspect a sufficient number of properties to produce a sufficient number of average reference values allowing for the reliability and consistency of algorithm

calculations for all cadastral typologies. In this context it is remarkable that *Valuto* often uses several comparable properties: in an initial phase a number of comparables of at least 10 for each microzone and cadastral typology would be deemed sufficient. The overall procedure in this case would be inexpensive, being carried out by the team of professionals already available to the municipalities.

A country could also incentivize citizens or real estate agencies to instruct their trusted professional to deliver an estimate of their properties at a fixed rate, introducing a tax deduction of the sum spent and, also, the possibility to access the database for a number of years in the future. This, in addition to quickly creating a very large and consistent database, would generate a significant immediate tax income. We remark again that the creation of a large, anonymous, and shared database is not possible under the standard MCA method.

Finally, one could design local incentives, for instance the possibility to access the database freely once a minimum number of asset valuations are submitted in a given period of time. *Valuto* already includes the possibility of including such incentives. Each valuation provides a score, with fidelity points that could be used for instance to buy the possibility to access the database freely for a given period of time.

3.2 Extra statistical features to be added and extension to Data Science

In our viewpoint, the *Valuto* algorithm only represents a first step in the process of obtaining fair and automated valuations of properties in the real estate market.

Some essential characteristics of its design, such as the partition of a territory in microzones, the list of relevant risk factors affecting the value of a property, the adjustment coefficients regulating the standardization of values, and the definition of a reference property are naturally subject to uncertainty. In principle, their choice could well be automated, and all adjustments left to the real estate market.

The algorithm could in principle decide autonomously all its parameters by periodically performing a multivariate statistical analysis to detect the statistically relevant risk factors and hence to learn the given correction coefficients to be applied. This methodology is sketched for instance in Kaushal and Shankar (2021) and Zhang (2021). Neural networks may also play a relevant role; see Xu and Zhang (2021).

The algorithm could also consider, with respect to marginal features pricing, the use of optimized weighted appraisal system model (see Tajani et al., 2019), that allows the endogenous valuation of the marginal prices of the explanatory factors.

Of course, any such procedure needs as a starting point a rich enough database of real estate assets. In order to obtain such a database, the application of a less sophisticated algorithm is probably necessary as an intermediate step. This interesting development of the algorithm is left for future research.

Authors contribution

The original idea of the algorithm belongs to the first two authors, while the third helped to optimize the algorithm and in the writing of this paper.

Bibliography

- Agenzia delle Entrate. (2018). Manuale della Banca Dati Quotazioni dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare. Istruzioni tecniche per la formazione della Banca Dati Quotazioni OMI. Disponibile a https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/265514/Il+manuale+della+banca+dati+O+MI+Manuale+2016_vers_2.0+modificata+in+data+02-01-2018.pdf/c2073cce-b58f-cc2d-4827-d52a8b5eac95 [25 June 2024]
- Agenzia delle Entrate. (2007). Provvedimento N. 2007/120811 del Direttore dell'Agenzia delle Entrate. Disponibile a https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/347986/Provvedimento+del+27+luglio+2007_Provvedimento_27_luglio_2007.pdf/90437474-17f1-cf40-d5a9-851bcb137de0 [25 Giugno 2024]
- Bellintani, S. (2008). Risparmiare energia fa bene anche al valore della casa. *Il Sole 24 Ore*, 103, 9.
- Curto, R., Fregonara, E., & Semeraro, P. (2014). How can land registry values be made fairer pending a

review of valuations? *Territorio Italia*, 1, 59–82. https://doi.org/10.14609/Ti_1_14_5e

Decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 138. *Gazzetta Ufficiale Serie Generale* n. 108 del 12-05-1998. www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1998/05/12/098G0190/sg

Fossati, S. (2015). Catasto, i tecnici riscrivono la riforma. *Il Sole 24 Ore*, 14, 38.

International Valuation Standards Council. (2022). *International Valuation Standards (IVS)*. Disponibile a https://viewpoint.pwc.com/dt/gx/en/ivsc/international_valuat/assets/IVS-effective-31-Jan-2022.pdf [25 Giugno 2024]

Legge 27 luglio 1978, n. 392. *Disciplina delle locazioni di immobili urbani*. *Gazzetta Ufficiale Serie Generale* n.211 del 29-07-1978. www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1978/07/29/078U0392/sg

Kaushal, A., & Shankar, A. (2021). House Price Prediction Using Multiple Linear Regression. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3833734>

Moro Visconti, G., Moro Visconti, R. & Dossena, V. D. (2010). *La Valutazione degli Immobili*, XI edizione, Maggioli Editore, Rimini.

Regolamento (UE) n. 575/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 giugno 2013, relativo ai requisiti prudenziali per gli enti creditizi e le imprese di investimento e che modifica il regolamento (UE) n. 648/2012. <http://data.europa.eu/eli/reg/2013/575/oj>

Royal Institution of Chartered Surveyors. (2022). *Red Book Global Standards 2022*. Disponibile a <https://consultations.rics.org/connect.ti/dcfsinvaluation/viewCompoundDoc?docid=13604564&partId=13604756&sessionid=&voteid=> [25 June 2024]

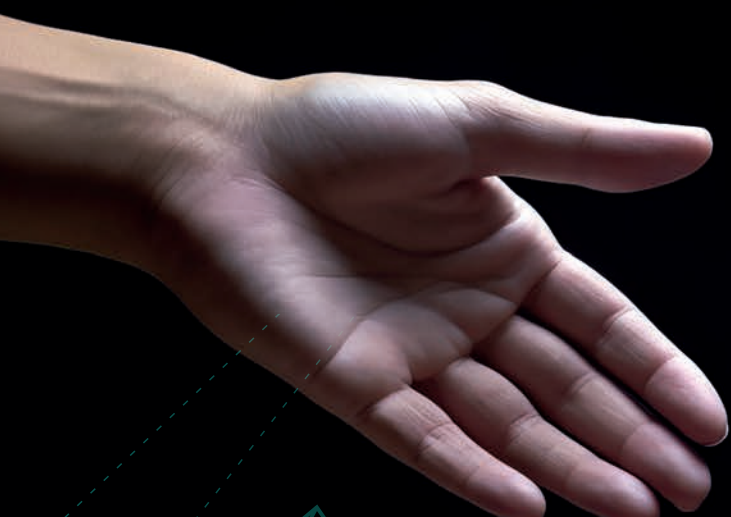
Tajani, F., Morano, P., Salvo, F., & De Ruggiero, M. (2020). Property valuation: the market approach optimised by a weighted appraisal model. *Journal of Property Investment and Finance*, 38(5), 399–418. <https://doi.org/10.1108/JPIF-07-2019-0094>

Xu, X., & Zhang, Y. (2021). House price forecasting with neural networks. *Intelligent Systems with Applications*, 12, 200052. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2021.200052>

Zhang, Q. (2021). Housing Price Prediction Based on Multiple Linear Regression. *Scientific Programming*, 2021, 7678931, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/7678931>



IL COMPUTISTA DIGITALE PER IL TUO PROGETTO



TU PROGETTI IO COMPUTO



Il nuovo plugin per il computo metrico del tuo progetto su Revit, integrato con la banca dati DEIPLUS Premium. **MetricoDEIbim** realizza computi metrici automatizzati, precisi e veloci, consentendoti di pensare solo alla progettazione, senza preoccuparti dei calcoli e risparmiando tempo.

Valuto: un algoritmo per la equa valutazione dei valori immobiliari

Marco Mancini, Roberto Tauci, Giovanni Puccetti^{1,*}

¹ Dipartimento di Economia, Management e Metodi Quantitativi, Università degli Studi di Milano, via Conservatorio 7, 20122 Milano, Italy; giovanni.puccetti@unimi.it

* corresponding author

Parole chiave

market approach;
valutazione di un immobile;
valore di mercato; metodi di
valutazione; metodologie
statistiche

Abstract

Di seguito introduciamo un nuovo algoritmo, chiamato *Valuto*, per la equa valutazione dei valori di mercato degli immobili. L'algoritmo si basa sui prezzi di vendita (o sui prezzi richiesti corretti) di unità immobiliari situate in aree ben definite (microzone) di un territorio. L'algoritmo prende in considerazione le caratteristiche peculiari di ogni singolo immobile (categoria catastale, livello di manutenzione, presenza o meno di un ascensore, livello di piano, classe energetica, superficie lorda e convenzionale) e, sulla base di tabelle di conversione ben definite, ne ricalcola il valore. L'algoritmo potrebbe soddisfare una serie di necessità in ambito sociale, dalla annosa riforma del catasto ad una equa valutazione delle proprietà ipotecate. L'algoritmo possiede anche un potenziale commerciale molto interessante per gli instant-buyers presenti sul mercato immobiliare. In questo articolo descriviamo la completa implementazione dell'algoritmo, fornendo una serie di linee guida sulla sua applicazione agli ambiti sopra menzionati. È possibile testare l'algoritmo tramite una versione web di facile utilizzo, disponibile all'indirizzo www.valuto.org.

1. Introduzione e motivazione

Una valutazione equa, automatizzata, immediata e imparziale degli immobili è urgentemente richiesta dai molti agenti che operano sul mercato immobiliare, per una serie di obiettivi:

- La tanto agognata riforma della tassazione sulle proprietà immobiliari in Italia dovrà basarsi su una completa revisione delle rendite catastali, preferibilmente utilizzando come basi imponibili i reali valori di mercato delle proprietà; le molteplici ragioni per cui in Italia l'attuale imposizione immobiliare e quanto mai iniqua sono illustrate ad esempio in Curto et al. (2014);
- Le banche hanno bisogno di uno strumento per confermare il valore di un immobile ipotecato e per confrontare il lavoro dei propri esperti di valutazione al fine di evitare stime al rialzo e frodi, e per mitigare il rischio di erogare prestiti non supportati da adeguate garanzie;
- I numerosi *instant buyers* presenti nel mercato immobiliare, così come i proprietari privati, hanno bisogno di uno strumento rapido per determinare automaticamente il valore equo di un immobile.

Tutti questi obiettivi richiedono una valutazione immediata, possibilmente automatica, di un immobile, basata su una serie in input inseriti dall'utente finale, ovvero richiedono l'utilizzo di un algoritmo di valutazione. Rapidità a parte, ci sono molte auspicabili caratteristiche che un tale algoritmo dovrebbe possedere:

- 1 Le sue valutazioni replicano il valore di mercato di un immobile, definito secondo il Regola-

mento (UE) 575/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio (Art. 4, (86), derivato dall'International Valuation Standards Council (2022): «*per valore di mercato si intende l'importo stimato al quale l'immobile dovrebbe essere compravenduto alla data di valutazione tra un acquirente e un venditore consenzienti in un'operazione di libera concorrenza dopo un'adeguata commercializzazione in cui le parti hanno agito con cognizione di causa, prudenza e senza essere obbligate.*»;

- 2 È coerente con il *Market Approach* definito dall'International Valuation Standards Council (2022) in IVS 105, 20.1: «*Il market approach fornisce una indicazione di valore confrontando l'immobile (asset) con immobili identici o comparabili (vale a dire simili) per cui sono disponibili le informazioni relative ai prezzi.*»;
- 3 È in grado di apprendere automaticamente le tendenze attuali del mercato immobiliare;
- 4 Può inviare una notifica nel caso in cui una valutazione cada al di fuori di un range di tolleranza predeterminato.

In questo articolo, viene introdotto e descritto un algoritmo chiamato *Valuto* già operativo nell'area di Viareggio, Italia, attraverso una intuitiva applicazione web disponibile all'indirizzo www.valuto.org. Mostreremo che *Valuto* possiede tutte le auspicabili caratteristiche precedentemente menzionate e contribuisce ad un miglioramento del *Market Comparison Approach*, che è attualmente il metodo più utilizzato di valutazione di un immobile.

L'obiettivo di una valutazione automatica di una proprietà immobiliare è similmente perseguito in Curto et al. (2014), dove è descritta una metodologia operativa per la definizione di coefficienti correttivi da applicare alle rendite catastali, definiti sulla base del contributo marginale dell'ubicazione dell'immobile al prezzo di mercato. Sia la metodologia descritta in Curto et al. (2014) che quella descritta in questo articolo hanno avuto rilevanza sulla stampa; si veda ad esempio Fossati (2015).

L'obiettivo del nostro algoritmo è coerente con le attuali esigenze di rendere la valutazione immobiliare più oggettiva attraverso il supporto di metodi CAMA (*Computer Assisted Mass Appraisal*), così come anche prescritto da diverse normative, ad esempio il Regolamento (UE) n. 575/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio (art. 208: «*Gli enti possono utilizzare metodi di valutazione statistici per sorvegliare il valore dell'immobile e individuare gli immobili che necessitano di una rivalutazione.*») e il Red Book Global Standards 2022 della RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors) (trad. VPS5, 4.: «*I metodi di valutazione possono includere una serie di strumenti o tecniche analitiche, nonché diverse forme di modellizzazione, molte delle quali implicano l'uso di approcci numerici e statistici avanzati*»).

1.1 L'attuale metodo di valutazione utilizzato dai professionisti

L'attuale metodo standard (e più diffuso nell'ambito dell'IVSC) utilizzato da banche e professionisti per valutare un immobile è il cosiddetto *Market Comparison Approach* (MCA), dove il valore di un immobile viene dimostrato attraverso l'analisi di compravendite o locazioni di immobili simili. La valutazione di un immobile oggetto di stima deriva dal confronto con un certo numero di immobili aventi caratteristiche simili e prezzi di mercato noti.

Ai fini dell'applicazione del metodo MCA, il confronto con un insieme di proprietà comparabili dovrebbe essere ristretto ad un insieme di immobili che siano il più possibile simili all'immobile oggetto di stima. In caso di differenze, l'esperto valutatore applica delle correzioni al valore stimato sulla base dei prezzi marginali delle differenti caratteristiche dell'immobile; ad esempio, l'esperto corregge la sua stima sulla base di una differente classe di prestazione energetica o del differente livello di piano dell'immobile.

Sebbene in linea di principio il metodo MCA possieda le caratteristiche 1) e 2) sopra descritte, il suo principale svantaggio risiede nella sua applicazione pratica. In pratica il professionista in genere utilizza un insieme di soli due immobili che sono scelti in base alle proprie preferenze e sensibilità personali. Un confronto basato su solo due immobili scelti dall'esperto è naturalmente soggetto a una distorsione soggettiva di stima. La possibilità di allargare l'insieme di comparabili su cui basare il confronto MCA è una alternativa ovvia che però si scontra con alcuni vincoli pratici:

- Tipicamente, il perito basa il suo confronto su atti ufficiali, dove alcuni fattori di rischio rilevanti

che incidono sul valore dell'immobile in oggetto potrebbero non essere indicati;

- L'esperto, se commissionato da una banca per la valutazione di un immobile, percepisce una remunerazione molto bassa e quindi riduce al minimo il numero di immobili da analizzare e da visitare fisicamente (per ogni proprietà immobiliare ci sono dei costi amministrativi extra da sostenere);
- Generalmente, i (due) comparabili sono scelti in base all'opportunità e la facilità di raggiungimento, generando un bias anti-selettivo;
- Il metodo MCA non apprende dalle precedenti valutazioni e non aggiorna automaticamente le proprie stime. Gli esperti non condividono informazioni e ogni nuova valutazione è prodotta da capo.

In questo articolo, descriviamo una metodologia che condivide gli stessi principi dell'approccio MCA e, allo stesso tempo, lo migliora soddisfacendo anche le proprietà ai punti 3) e 4).

Esistono diversi altri metodi di valutazione di una proprietà immobiliare. L'Agenzia delle Entrate pubblica periodicamente sul proprio sito web una serie di rapporti sul mercato immobiliare italiano tra cui alcune quotazioni di prezzo: il cosiddetto Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI). Tuttavia, proprio l'Agenzia delle Entrate specifica che (Agenzia delle Entrate, 2018): «...le quotazioni OMI non possono intendersi sostitutive della stima puntuale del valore del singolo immobile, individuando un intervallo di quotazioni in cui più probabilmente ricade il valor medio di unità immobiliari in condizioni ordinarie.»

Anche se l'Agenzia delle Entrate usa nella pratica le quotazioni OMI per controllare le basi imponibili dichiarate negli atti notarili, sul proprio sito web rileva che: «nell'ambito dei processi estimativi, le quotazioni OMI non possono intendersi sostitutive della stima puntuale, in quanto forniscono indicazioni di valore di larga massima.»

Infine, sul mercato operano diverse agenzie immobiliari on-line che mettono a disposizione un algoritmo per la valutazione immediata di un immobile. Questi strumenti telematici in effetti possiedono tutte le caratteristiche desiderabili di un buon algoritmo di valutazione fatta eccezione per il fatto che si basano esclusivamente sul database dei prezzi richiesti caricati da privati ed altre agenzie immobiliari. Di conseguenza, qualsiasi valutazione prodotta da tali strumenti on-line presenta una forte distorsione dei prezzi al rialzo; i prezzi richiesti potrebbero essere utilizzati in teoria anche dall'algoritmo che descriviamo di seguito, a condizione che vengano prima corretti.

2. Descrizione dell'algoritmo

In questa sezione descriviamo in dettaglio il nostro algoritmo. Il lettore interessato può liberamente testarlo o riprodurre l'esempio numerico riportato di seguito attraverso la versione web di facile utilizzo disponibile all'indirizzo www.valuto.org, inserendo le credenziali username=*utente*, password=*utentestandard* (qualsiasi dato inserito attraverso queste credenziali non sarà registrato nel database).

Basandosi su una serie di dati relativi alle caratteristiche di un determinato immobile, l'algoritmo prima standardizza il valore di mercato stimato per metro quadrato, e poi lo confronta con la media dei valori standardizzati ottenuti dalle unità immobiliari simili incluse nel suo database e ubicate nella stessa microzona territoriale. Anche se il termine *microzona* può riferirsi all'obsoleto sistema delle microzone censuarie così come definito dal Decreto del Presidente della Repubblica n. 138 del 23 marzo 1998, l'algoritmo utilizza una partizione in microzone personalizzabile e corrispondente ai reali segmenti del mercato immobiliare del territorio in esame.

La standardizzazione effettuata dall'algoritmo si riferisce al cosiddetto "*immobile di riferimento*", ovvero una casa o un appartamento:

in condizioni normali, situato/a al primo piano di un edificio privo di ascensore, avente classe energetica pari ad E.

Ogni microzona territoriale può avere il suo specifico tipo di immobile di riferimento, ad esempio una microzona di campagna avrà in generale un immobile di riferimento differente rispetto al centro

storico di una grande città. L'algoritmo riceve come input le seguenti differenti caratteristiche della *subject* (l'unità immobiliare oggetto di studio):

- 1 La sua specifica microzona territoriale;
- 2 La sua tipologia: o un edificio indipendente o una porzione di edificio;
- 3 La sua categoria catastale;
- 4 Le sue condizioni (di manutenzione, riguardo agli impianti elettrici, idraulici, riscaldamento, ecc.);
- 5 Il suo livello di piano se si tratta di una porzione di un edificio (questo dato non è richiesto se la *subject* è un edificio indipendente);
- 6 La presenza di un ascensore nell'edificio (questo dato non è richiesto se la *subject* è un edificio indipendente);
- 7 La sua classe di prestazione energetica (stimata o certificata);
- 8 La sua superficie lorda in metri quadrati (inclusi i muri perimetrali ma escluse le aree pertinenziali come quelle elencate in 9.);
- 9 La sua superficie convenzionale in metri quadrati (comprendente la sua superficie lorda 8. e una somma ponderata (personalizzabile) delle aree pertinenziali come balconi, terrazze, cantine, spazi auto, giardini, ecc...);
- 10 Il suo valore di mercato (prezzo di vendita o prezzo richiesto corretto).

Per una data *subject*, l'algoritmo calcola il Valore di Mercato Convenzionale (VMC) *per metro quadrato* come il rapporto tra il valore di mercato stimato 10. e la superficie convenzionale 9. (1):

$$VMC = \frac{\text{valore di mercato}}{\text{superficie convenzionale}} = \frac{(10.)}{(9.)} \quad (1)$$

L'algoritmo applica quindi una serie di correzioni al VMC per ottenere il cosiddetto Valore di Riferimento (VR) per metro quadrato che rappresenta il valore convenzionale di mercato dell'immobile, come se l'immobile avesse le stesse caratteristiche dell'immobile di riferimento prima definito.

Le correzioni per ottenere il VR a partire dal VMC vengono effettuate secondo i coefficienti descritti nelle seguenti tabelle di conversione, che costituiscono un primo nucleo dell'algoritmo (un secondo nucleo è il database di comparabili come descritto di seguito).

A parte quelli relativi alla prestazione energetica, tutti i valori riportati nelle tabelle seguenti sono da intendersi come coefficienti moltiplicativi per i quali si deve dividere il VMC per ottenere il VR o, viceversa, si deve moltiplicare il VR per ottenere il VMC (di seguito riportiamo un esempio numerico). Nel caso in cui l'unità immobiliare abbia le stesse caratteristiche (in grassetto nelle tabelle che seguono) dell'immobile di riferimento, il coefficiente di correzione viene impostato pari ad 1 (cioè non viene apportata alcuna correzione).

Ogni microzona ha il proprio set di tabelle personalizzabili, in modo che i coefficienti ed i prezzi marginali (come quelli riportati di seguito) per le varie caratteristiche di una unità immobiliare vengano automaticamente adattati quando l'utente finale seleziona la microzona di interesse. Inoltre, le varie tabelle di conversione possono essere modificate ed aggiornate in base alle tendenze future del mercato immobiliare per una specifica microzona. Infine, potrebbe essere necessario aggiungere ulteriori caratteristiche rilevanti per determinare il valore di una proprietà immobiliare. Tutti questi parametri possono essere adattati alle specifiche esigenze dell'utilizzatore finale, ma la loro scelta potrebbe anche essere statisticamente automatizzata; si veda la Sezione 6 di seguito.

Illustriamo di seguito tutte le tabelle di conversione attualmente utilizzate dall'algoritmo in una specifica microzona ("Viareggio-Centro Storico") (Tabelle 1-4).

La tabella per la categoria catastale è ricavata (per arrotondamento) dal Provvedimento N. 2007/120811 del Direttore dell'Agenzia delle Entrate, All. 1. Le categorie catastali A/7-8, e A/1-2-3-4-5 formano due gruppi distinti di comparabili, come descritto di seguito. Ogni altra categoria catastale è considerata come un gruppo a sé stante (che sarà confrontato all'interno della stessa categoria) e ha un coefficiente di correzione pari ad 1. Si noti, tuttavia, che alcune specifiche categorie (come C/2-3) possono richiedere caratteristiche di input diverse.

Tabella 1. Tabella di conversione per la categoria catastale (immobili residenziali)

Categoria catastale (3.)	Coefficienti correttivi
A/8	1,1
A/7	1,0
A/1-2-3	1,0
A/4	0,95
A/5	0,90

Tabella 2. Tabella di conversione per il livello delle condizioni

Livello delle condizioni (4.)	Coefficienti correttivi
Eccellenti/splendide/di lusso	1,1
Normali	1,0
Mediocri	0,8
Scadenti	0,6

La tabella di conversione per il livello delle condizioni è tratta dalla Legge n. 392 del 27 Luglio 1978 (art. 21); a partire da questa legge, abbiamo aggiunto il coefficiente correttivo per condizioni eccellenti.

Tabella 3. Tabella di conversione per il livello di piano (per appartamenti o porzioni di edifici)

Livello di piano (5.)	Coefficienti correttivi con ascensore (6.)	Coefficienti correttivi senza ascensore (6.)
Seminterrato	0,80	0,75
Terra	0,95	0,90
Primo	1,03	1,00
Secondo	1,06	0,90
Terzo	1,09	0,80
Quarto	1,12	0,70
Quinto	1,15	0,55
Sesto	1,18	0,40
Attico	1,20	-

La tabella di conversione per il livello di piano senza ascensore è tratta da quella di Moro Visconti et al. (2010), p.135, con lievi modifiche per quanto riguarda il piano terra e il seminterrato.

I coefficienti correttivi per i livelli di piano con ascensore sono stati impostati per riflettere il fatto che, in media, un edificio con ascensore vale più di uno senza (ad esempio, un primo piano con ascensore dovrebbe avere un coefficiente leggermente maggiore di 1). Un attico deve essere ubicato almeno al terzo piano di un edificio con ascensore.

Il VMC è prima diviso per i coefficienti della categoria catastale, condizioni, e livello di piano. Successivamente, viene sottratto o aggiunto un importo finale per considerare la classe di prestazione energetica dell'immobile rispetto alla classe E dell'immobile di riferimento (non viene apportata alcuna correzione se l'immobile è già certificato in classe E). La classe energetica ha un effetto additivo sul valore di riferimento perché in teoria è indipendente da qualsiasi altra caratteristica (in altre parole, un aumento di efficienza per metro quadrato ha lo stesso costo indipendentemente dal livello di piano di un appartamento).

Tabella 4. Tabella di conversione per la classe di prestazione energetica

Classe energetica (7.)	Coefficienti correttivi
Casa passiva	+525 EUR
A4	+490 EUR
A3	+455 EUR
A2	+420 EUR
A1	+385 EUR
B	+350 EUR
C	+250 EUR
D	+150 EUR
E	0 EUR
F	-200 EUR
G	-250 EUR

La tabella per la classificazione energetica è tratta da Bellintani (2008), con un ulteriore affinamento per le classi A di nuova implementazione. Il coefficiente per la classe energetica è moltiplicato per il rapporto tra la superficie lorda (8.) e la superficie convenzionale (9.), poiché qualsiasi costo sostenuto per un miglioramento della classe energetica di un immobile in genere dipende principalmente dalla superficie lorda (8.).

La formula per ottenere il VR a partire dal VMC è quindi data da (2):

$$R = \left(VMC \times \frac{1}{c. categoria} \times \frac{1}{c. condizioni} \times \frac{1}{c. piano} \right) - \left(\frac{sup. lorda (8.)}{sup. convenzionale (9.)} \times c. cl. en. \right). \quad (2)$$

Il VR così ottenuto viene confrontato con la media aritmetica VR^* di tutti i VR dell'insieme di cosiddetti comparabili, cioè tutte gli immobili della stessa tipologia (fabbricati indipendenti o porzioni di fabbricato) ubicati nella stessa microzona della stessa città, aventi la stessa categoria catastale e che sono stati valutati negli ultimi 12 mesi. L'algoritmo mostra il numero esatto di comparabili utilizzati per calcolare il valore di VR^* . Ogni categoria catastale è considerata un gruppo a sé stante (per calcolare il valore di VR^* per un immobile A/9 vengono presi in considerazione solo comparabili di categoria A/9) con due eccezioni: le categorie A/1-2-3-4-5 e A/7-8 sono raggruppate insieme (ad esempio, per calcolare il VR^* per un immobile A/3 vengono presi in considerazione tutti gli immobili appartenenti alle classi A/1-2-3-4-5 aventi la stessa tipologia e ubicati nella stessa microzona).

2.1 Notifica per differenze relative eccessive

Nel caso in cui la differenza relativa tra VR^* e VR sia maggiore di un determinato livello di tolleranza, l'utente finale riceve un avviso, con l'indicazione che la valutazione proposta sovrastima o sottostima il valore medio della zona per gli immobili che condividono le stesse caratteristiche. In pratica, viene emesso un avvertimento se (3):

$$\frac{|VR - VR^*|}{VR^*} > \alpha, \quad (3)$$

dove $\alpha \in (0,1)$ è un livello di tolleranza personalizzabile che, nel caso specifico di *Valuto*, è posto pari ad α . Come controllo di qualità, nel caso in cui questo scostamento relativo sia maggiore di un 10% personalizzabile, il web manager di *Valuto* riceve una e-mail. Nel caso di molte valutazioni con scostamenti eccessivi, le valutazioni pubblicate da uno specifico utente finale possono essere escluse dal database.

L'utente finale può ignorare l'avviso ed eventualmente scrivere una giustificazione sul perché la valutazione proposta sta stimando correttamente l'immobile (ci possono sempre essere alcuni fattori di rischio non considerati dall'algoritmo, come la presenza di una fonte di rumore nelle immediate vici-

nanze, o lo stato di manutenzione molto scarso del quartiere, ecc.), oppure rivedere la valutazione in base al valore stimato V^* calcolato dall'algoritmo con la formula inversa (4):

$$V^* = \left(VR^* + \left(\frac{(8.)}{(9.)} \times c. cl. en. \right) \right) \times (c. categoria) \times (c. condizioni) \times (c. piano) \times (9.). \quad (4)$$

L'avviso prodotto dall'algoritmo è utile soprattutto per le banche nel caso in cui la *subject* funga da garanzia per un mutuo, e quindi il sistema di credito bancario si basi su una valutazione equa della *subject*.

2.2 Un esempio numerico

Proponiamo un esempio numerico riproducibile. Supponiamo che la *subject* sia un appartamento con le seguenti caratteristiche situato nella microzona «Viareggio-Centro Storico»:

Categoria catastale A/3, in condizioni mediocri, situato al secondo piano di un edificio con ascensore, classe energetica G, avente una superficie convenzionale pari a 157 (superficie lorda di 150) metri quadrati. L'unità immobiliare è stata acquistata al prezzo di 400.000 EUR. L'algoritmo calcola

$$VMC = \frac{400000}{157} = 2547.77, \quad (5)$$

arrotondato alla seconda cifra decimale, e (6):

$$VR = \left(2547.77 \times \frac{1}{1(cat. cat. A/3)} \times \frac{1}{0,8 (condiz. mediocri)} \times \frac{1}{1.06 (secondo piano con ascensore)} \right) - \left(\frac{150}{157} \times (-250)(c. G) \right) = 3243 \text{ EUR/sqm}, \quad (6)$$

arrotondato all'intero più vicino.

Il valore di VR^* basato su 11 comparabili è pari a 3696 EUR/mq. Dato che il rapporto (7):

$$\frac{|3243 - 3696|}{3696} = 12.2\%, \quad (7)$$

eccede la soglia di tolleranza (5%), la valutazione non è ritenuta coerente e l'utente finale riceve un avviso e una richiesta di conferma per includerla, aumentando così a 12 il numero di comparabili effettivi. Invertendo i calcoli di cui sopra, l'algoritmo fornisce anche la propria valutazione V^* del valore di mercato dell'immobile. In questo caso si ha (8):

$$V^* = \left(3696 + \frac{150}{157} \times (-250) \right) \times (1) \times (0.8) \times (1.06) \times 157 = 460271 \text{ EUR}, \quad (8)$$

arrotondato all'intero più vicino. Si noti che il valore V^* viene divulgato dall'algoritmo solo se la valutazione si discosta dal livello di tolleranza. Nel caso in cui la valutazione sia ritenuta coerente, essa viene semplicemente inclusa nel database e all'utente finale viene concessa la possibilità di visualizzare l'elenco dei comparabili.

Nel caso in cui l'immobile in questione si trovi in un edificio attualmente sprovvisto di ascensore, ma l'installazione di un ascensore sia già stata approvata con un costo noto per l'immobile, viene utilizzata la tabella di correzione con ascensore sia per il valore standardizzato VR^* che per la stima algoritmica V^* . Il sito web, tuttavia, sottrae il costo noto dell'ascensore per ottenere il valore commerciale dell'immobile.

2.3 Personalizzazione delle microzone

Se si seleziona una proprietà con le stesse caratteristiche di quella indicata come esempio nella Se-

zione 2.2., ma situata in una microzona diversa («Camaiole – Lido di Camaiole – Edificata Periferia»), allora l'algoritmo calcola un $VR = 3252$ EUR differente.

Questo avviene perché ogni microzona può avere un proprio set di tabelle di conversione, completamente personalizzabili e aggiornabili nel tempo per riflettere le caratteristiche specifiche della microzona e l'andamento del mercato immobiliare.

Inoltre, l'insieme dei comparabili è diverso e quindi anche i valori VR^* e V^* . L'algoritmo possiede anche una tabella predefinita che viene utilizzata nel caso in cui non sia presente una tabella personalizzata per una determinata microzona.

3. Conclusioni ed eventuale implementazione

L'algoritmo *Valuto* fornisce una valutazione equa del valore di mercato di un immobile basata sui prezzi, che è immediata e facile da ottenere. Sulla base delle caratteristiche di una unità immobiliare *subject*, l'algoritmo standardizza prima il suo valore di mercato per metro quadrato utilizzando una serie di tabelle di conversione (con coefficienti di correzione), per poi confrontarlo con il valore medio standardizzato ottenuto dalle proprietà simili incluse nel suo database e situate nella stessa microzona territoriale.

Ogni valutazione viene elaborata automaticamente e in tempo reale dall'algoritmo che restituisce un feedback sulla coerenza del prezzo, attivando anche una notifica in caso di scostamento relativo significativo dal valore medio di riferimento dell'area. La nuova valutazione viene quindi inclusa nel database.

Come ulteriore valore aggiunto, questo consente: un monitoraggio dei professionisti che operano sul territorio, sia da parte di una banca che di un comune; la possibilità per la banca di avere un aggiornamento automatico e poco oneroso del valore di un bene collaterale ipotecario, ad esempio, una volta all'anno (come prescritto dalla legge).

Va segnalato un limite rilevante dell'algoritmo: poiché la correttezza della valutazione è verificata in termini di scostamento del valore stimato dal valore medio di riferimento nell'area, non esiste un metodo per verificare se gli adeguamenti richiesti per ciascun comparabile siano troppo elevati. Ad esempio, potrebbe essere che un immobile è un comparabile affidabile in termini di prezzo corretto (rientrando nell'intervallo di tolleranza), ma non in termini di caratteristiche immobiliari. Gli sviluppi futuri di questo lavoro possono riguardare questo aspetto, al fine di rendere gli output dell'algoritmo più affidabili ed effettivamente utili.

L'algoritmo si basa sul principio secondo il quale il mercato determina il valore di un immobile, come ha già fatto per gli immobili simili situati nella stessa microzona.

Anche se in parte simile, e ispirandosi al metodo MCA ampiamente utilizzato, il nostro algoritmo è meno oneroso in quanto richiede l'ispezione dell'unità *subject* solo per qualificarne nel dettaglio le caratteristiche immobiliari, senza alcuna documentazione aggiuntiva. Inoltre, è anche più preciso, in quanto si basa sul confronto tra diversi comparabili.

Utilizzato su scala più ampia, *Valuto* può fornire una rivalutazione in tempo reale di tutto il patrimonio immobiliare presente nel suo database, o in un determinato territorio. La privacy è garantita dalla progettazione dell'algoritmo che mantiene ogni valutazione anonima agli altri utenti e fornisce solo il risultato di un calcolo aggregato (ad esempio, il valore medio di riferimento dell'insieme dei comparabili) senza rivelare l'esatta ubicazione di ciascuno di essi (le coordinate catastali di ciascun comparabile non sono mostrate).

Si noti che il nostro metodo non vuole sostituirsi alle tecniche di valutazione utilizzate dai singoli professionisti ed eventualmente richieste dagli standard internazionali; si tratta piuttosto di un ulteriore strumento di verifica offerto agli esperti che possono così confrontare il proprio lavoro con quello di altri colleghi che operano nello stesso ambito, e di un miglioramento pratico del metodo MCA.

3.1 Implementazione pratica dell'algoritmo

Valuto, o qualsiasi altro algoritmo che operi secondo i principi enunciati nell'Introduzione, ha bisogno di un database di prezzi ricco e ben costruito per fornire valutazioni eque che riflettano le tendenze

attuali del mercato immobiliare. Naturalmente, maggiore il numero di valutazioni (recenti) incluse nel database, più preciso sarà il valore medio di riferimento (e la stima del valore) fornito dall'algoritmo. Inoltre, l'affidabilità della procedura di stima si basa sui coefficienti utilizzati per correggere le differenze tra le caratteristiche (prezzi impliciti).

Di seguito indichiamo alcuni possibili suggerimenti per una rapida creazione di un dataset, sia a livello municipale che a livello di stato, e per la scelta e l'aggiornamento dei prezzi marginali.

I singoli comuni potrebbero essere incaricati di ispezionare un numero sufficiente di immobili per produrre un numero sufficiente di valori medi di riferimento che consentano l'affidabilità e la coerenza dei calcoli dell'algoritmo per tutte le categorie catastali. In questo contesto è degno di nota il fatto che *Valuto* utilizzi spesso differenti proprietà comparabili: in una prima fase si ritiene sufficiente un numero di comparabili di almeno 10 per ogni microzona e categoria catastale. La procedura complessiva in questo caso sarebbe poco costosa, essendo svolta dai gruppi di professionisti già a disposizione dei comuni.

Un Paese potrebbe anche incentivare i cittadini o le agenzie immobiliari ad incaricare il proprio professionista di fiducia di effettuare una stima dei propri immobili a tariffa fissa, introducendo una detrazione fiscale della somma spesa e, in aggiunta, la possibilità di accedere alla banca dati per un certo numero di anni in futuro. Questo, oltre a creare rapidamente un database molto ampio e coerente, genererebbe un immediato e significativo gettito fiscale. Osserviamo ancora una volta che la creazione di un database di grandi dimensioni, anonimo e condiviso non è possibile con il metodo MCA standard.

Infine, si potrebbero prevedere incentivi locali, come ad esempio la possibilità di accedere liberamente alla banca dati una volta che un numero minimo di valutazioni di immobili è stato inserito in un determinato periodo di tempo. *Valuto* prevede già la possibilità di includere tali incentivi. Ogni valutazione fornisce un punteggio, con punti fedeltà che possono essere utilizzati ad esempio per acquistare il libero accesso al database per un determinato periodo di tempo.

3.2 Funzionalità statistiche aggiuntive da aggiungere ed estensione alla Data Science

Dal nostro punto di vista, l'algoritmo *Valuto* rappresenta solo un primo passo nel processo di ottenimento di valutazioni eque e automatizzate degli immobili nel mercato immobiliare.

Alcune caratteristiche essenziali della sua progettazione, come la suddivisione di un territorio in microzone, l'elenco dei fattori di rischio rilevanti che influenzano il valore di un immobile, i coefficienti di correzione che regolano la standardizzazione dei valori e la definizione di un immobile di riferimento sono naturalmente soggetti ad incertezza. In linea di principio, la loro scelta potrebbe essere automatizzata così da lasciare gli adeguamenti al mercato immobiliare.

L'algoritmo potrebbe, in teoria, decidere autonomamente tutti i suoi parametri eseguendo periodicamente un'analisi statistica multivariata per rilevare i fattori di rischio statisticamente rilevanti e quindi per apprendere i coefficienti correttivi da applicare. Questa metodologia è abbozzata, ad esempio, in Kaushal e Shankar (2021) e Zhang (2021). Anche le reti neurali potrebbero svolgere un ruolo rilevante; si veda Xu e Zhang (2021).

L'algoritmo potrebbe anche considerare, rispetto al pricing delle caratteristiche marginali, l'uso di un modello di sistema di valutazione ponderato ottimizzato (si veda Tajani et al., 2019), che consenta la valutazione endogena dei prezzi marginali dei fattori esplicativi.

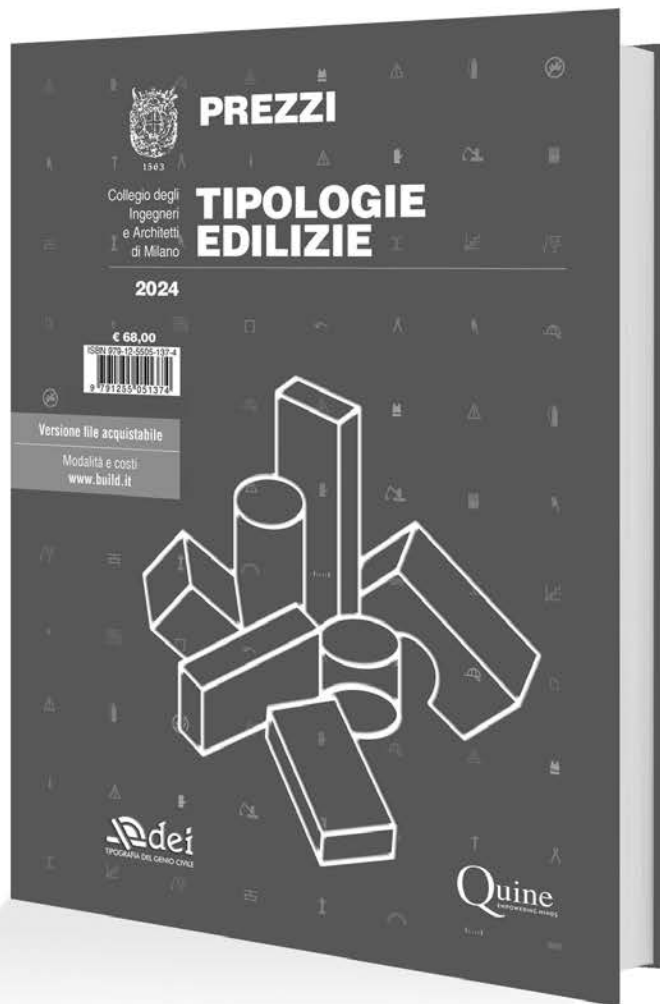
Naturalmente, qualsiasi procedura di questo tipo ha bisogno come punto di partenza di un database sufficientemente ricco di unità immobiliari. Al fine di ottenere un tale database, l'applicazione di un algoritmo meno sofisticato è probabilmente necessaria come passaggio intermedio. Questo interessante sviluppo dell'algoritmo è lasciato alla ricerca futura.

Contributo degli autori

L'idea originale dell'algoritmo appartiene ai primi due autori, mentre il terzo ha contribuito a ottimizzare l'algoritmo e alla stesura di questo articolo.

Bibliografia

- Agenzia delle Entrate. (2018). Manuale della Banca Dati Quotazioni dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare. Istruzioni tecniche per la formazione della Banca Dati Quotazioni OMI. Disponibile a https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/265514/Il+manuale+della+banca+dati+O+MI+Manuale+2016+vers_2.0+modificata+in+data+02-01-2018.pdf/c2073cce-b58f-cc2d-4827-d52a8b5eac95 [25 Giugno 2024]
- Agenzia delle Entrate. (2007). Provvedimento N. 2007/120811 del Direttore dell'Agenzia delle Entrate. Disponibile a https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/documents/20143/347986/Provvedimento+del+27+luglio+2007_Provvedimento_27_luglio_2007.pdf/90437474-17f1-cf40-d5a9-851bcb137de0 [25 Giugno 2024]
- Bellintani, S. (2008). Risparmiare energia fa bene anche al valore della casa. *Il Sole 24 Ore*, 103, 9.
- Curto, R., Fregonara, E., & Semeraro, P. (2014). How can land registry values be made fairer pending a review of valuations? *Territorio Italia*, 1, 59–82. https://doi.org/10.14609/Ti_1_14_5e
- Decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 138. *Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 108 del 12-05-1998*. www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1998/05/12/098G0190/sg
- Fossati, S. (2015). Catasto, i tecnici riscrivono la riforma. *Il Sole 24 Ore*, 14, 38.
- International Valuation Standards Council. (2022). *International Valuation Standards (IVS)*. Disponibile a https://viewpoint.pwc.com/dt/gx/en/ivsc/international_valuat/assets/IVS-effective-31-Jan-2022.pdf [25 Giugno 2024]
- Legge 27 luglio 1978, n. 392. *Disciplina delle locazioni di immobili urbani*. *Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.211 del 29-07-1978*. www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1978/07/29/078U0392/sg
- Kaushal, A., & Shankar, A. (2021). House Price Prediction Using Multiple Linear Regression. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3833734>
- Moro Visconti, G., Moro Visconti, R. & Dossena, V. D. (2010). *La Valutazione degli Immobili*, XI edizione, Maggioli Editore, Rimini.
- Regolamento (UE) n. 575/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 giugno 2013, relativo ai requisiti prudenziali per gli enti creditizi e le imprese di investimento e che modifica il regolamento (UE) n. 648/2012. <http://data.europa.eu/eli/reg/2013/575/oj>
- Royal Institution of Chartered Surveyors. (2022). *Red Book Global Standards 2022*. Disponibile a <https://consultations.rics.org/connect.ti/dcf/invaluation/viewCompoundDoc?docid=13604564&partId=13604756&sessionId=&voteid=> [25 Giugno 2024]
- Tajani, F., Morano, P., Salvo, F., & De Ruggiero, M. (2020). Property valuation: the market approach optimised by a weighted appraisal model. *Journal of Property Investment and Finance*, 38(5), 399–418. <https://doi.org/10.1108/JPIF-07-2019-0094>
- Xu, X., & Zhang, Y. (2021). House price forecasting with neural networks. *Intelligent Systems with Applications*, 12, 200052. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2021.200052>
- Zhang, Q. (2021). Housing Price Prediction Based on Multiple Linear Regression. *Scientific Programming*, 2021, 7678931, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/7678931>



www.build.it