



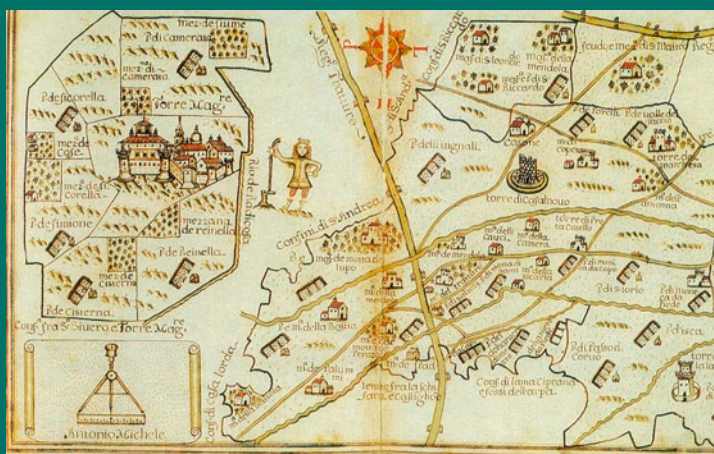
SAGGI E CONTRIBUTI

Urban landscape assessment: a perceptual approach combining virtual reality and crowdsourced photo geodata *di Veronica Alampi Sottini, Elena Barbierato, Iacopo Bernetti, Irene Capecchi, Maria Cipollaro, Sandro Sacchelli, Claudio Saragosa*

A sustainability indicator for building projects in presence of risk/uncertainty over time: a research experience *di Elena Fregonara, Sara Pattono*

Strategie di adattamento al cambiamento climatico per il settore vitivinicolo: un'applicazione della Teoria del Prospetto Cumulativo *di Sandro Sacchelli, Sara Fabbrizzi, Maria Cipollaro*

La stima dell'indennità per servitù di elettrodotto coattivo mediante uno studio del mercato fondiario in Puglia *di Ruggiero Sardaro, Francesco Bozzo, Vincenzo Fucilli*



CENTRO STUDI DI ESTIMO
E DI ECONOMIA TERRITORIALE – Ce.S.E.T.

AESTIMUM



73 – Dicembre 2018

Firenze University Press

AESTIMUM

Direttore Responsabile
Augusto Marinelli

Condirettori
Marco Goldoni, Enrico Marone, Saverio Miccoli

Comitato Scientifico
Boleslaw Borkowsky, Ettore Casadei, Leonardo Casini, Luigi Fusco Girard,
Marco Goldoni, Antonio Iannarelli, Francesco Marangon, Stefano Masini,
Sergio Mattia, Saverio Miccoli, Peter Nijkamp, Alan Randall, Waldemar Ratajczak,
Luigi Russo, Thomas Saaty, Giovanni Signorello, Tiziano Tempesta, Milan Zeleny

Comitato di Redazione
Iacopo Bernetti, Fabio Boncinelli, Maria Cerreta, Maria De Salvo,
Pasquale De Toro, Fabrizio Finucci, Giulia Fiorini, Vincenzo Fucilli,
Nicola Lucifero, Enrico Marone, Domenico Massimo, Rocco Murro,
Stefano Pareglio, Carmelo Torre, Gabriele Scozzafava

Registrazione presso il Tribunale di Firenze n. 2875 del 17.07.1980

ISSN 1592-6117 (print)
ISSN 1724-2118 (online)

Versione elettronica ad accesso gratuito disponibile da:
<http://www.fupress.com/ceset>

© 2018 Firenze University Press
Università degli Studi di Firenze – Firenze University Press
via Cittadella 7 – 50144 Firenze
<http://www.fupress.com/>

INDICE

SAGGIE CONTRIBUTI

- Valutazione della qualità delle aree urbane: un approccio percettivo che combina realtà virtuale e big data *di Veronica Alampi Sottini, Elena Barbierato, Iacopo Bernetti, Irene Capecchi, Maria Cipollaro, Sandro Sacchelli, Claudio Saragosa* 147
- Un indicatore di sostenibilità per i progetti edilizi in presenza di rischio/incertezza nel tempo: un'esperienza di ricerca *di Elena Fregonara, Sara Pattono* 173
- Strategie di adattamento al cambiamento climatico per il settore vitivinicolo: un'applicazione della Teoria del Prospetto Cumulativo *di Sandro Sacchelli, Sara Fabbrizzi, Maria Cipollaro* 207
- La stima dell'indennità per servitù di elettrodotto coattivo mediante uno studio del mercato fondiario in Puglia *di Ruggiero Sardaro, Francesco Bozzo, Vincenzo Fucilli* 219
- RASSEGNA GIURISPRUDENZIALE *(a cura di Nicola Lucifero)* 239

TABLE OF CONTENTS

ARTICLES

| | |
|--|-----|
| Urban landscape assessment: a perceptual approach combining virtual reality and crowdsourced photo geodata <i>by Veronica Alampi Sottini, Elena Barbierato, Iacopo Bernetti, Irene Capecchi, Maria Cipollaro, Sandro Sacchelli, Claudio Saragosa</i> | 147 |
| A sustainability indicator for building projects in presence of risk/uncertainty over time: a research experience <i>by Elena Fregonara, Sara Pattono</i> | 173 |
| Adaptation strategies to climate change in the viticulture sector: an application of Cumulative Prospect Theory <i>by Sandro Sacchelli, Sara Fabbrizzi, Maria Cipollaro</i> | 207 |
| The assessment of compensation for the electric transmission line easement through a study of land market in Apulia <i>by Ruggiero Sardaro, Francesco Bozzo, Vincenzo Fucilli</i> | 219 |
| JUDICIAL REVIEW <i>(by Nicola Lucifero)</i> | 239 |

Veronica Alampi Sottini¹,
Elena Barbierato¹,
Iacopo Bernetti¹, Irene
Capecchi¹, Maria
Cipollaro¹, Sandro
Sacchelli¹, Claudio
Saragosa²

¹ *Department of Agricultural, Food
and Forestry System - GESAAF,
Università degli Studi di Firenze*

² *Department of Architecture – DIDA,
Università degli Studi di Firenze*

E-mail: veronica.alampi@unifi.it,
elena.barbierato@unifi.it, [iacopo.ber-
netti@unifi.it](mailto:iacopo.ber-
netti@unifi.it), [irene.capecchi@unifi.
it](mailto:irene.capecchi@unifi.
it), maria.cipollaro@unifi.it, [sandro.
sacchelli@unifi.it](mailto:sandro.
sacchelli@unifi.it), [claudio.saragosa@
unifi.it](mailto:claudio.saragosa@
unifi.it)

Keywords: *Land Use Patterns,
Planning Models • Planning Policy*

JEL: O21, R14

Urban landscape assessment: a perceptual approach combining virtual reality and crowdsourced photo geodata

The paper focuses on the evaluation of the visual quality of the cityscape of Livorno, in Italy. Using an algorithm based on Flickr's Application Programming Interface, the coordinates of 7,453 shooting points of a shared photo were downloaded. A direct survey was conducted to assess the perception of urban landscape. The geographical spaces to be evaluated were measured using 78 spherical images played in virtual reality through a virtual reality headset.

The data were processed with the Principal Components Analysis. A Visual Quality Index (VQI) was developed to spatialise the results. Saliency maps were calculated to survey typical patterns in areas with high VQI. The results demonstrate how subjective visual perception helps identifying the criteria for the design of high-quality public spaces.

1. Introduction

The contemporary and modern town is the result of the rationalist city characterized by a functionalist concept that overshadowed the aesthetic dimension. It has defined spaces which are increasingly less welcoming and in which the individual can no longer recognize himself or establish an empathetic relationship. Settis (2017) suggests the term "community's dysmorphophobia", to connote the phenomena of "loss of collective image", using an expression coined on the pathologies of the individual's mind. Lynch's pioneering researches (1960) investigate the possible links between psychology (specifically on the perception of shape) and the configuration of the urban environment, thereby trying to understand which elements give the space in which we are immersed those qualities that make it vivid, recognizable and meaningful. To study these themes, Lynch (1960) proposes a perceptive survey with open questions that focus on the sense of orientation of the respondent and on the relationships between the individual and the surrounding environment. Using questionnaires, Lynch (1960) defines the cognitive map that each community creates for its own city and sets a public rep-

resentation or a collective image of it, by analysing the most recurrent elements. He can identify which elements and characteristics are attractive to people and determine the perceptive quality of the urban environment. What Lynch (1960) calls “imageability”. The higher the “imageability”, the more likely the urban environment is to evoke an image that impresses the observer’s mind. Lynch also introduces the degree of “legibility”, i.e. “the ease through which the parts of the image can be recognised and organised in a coherent system”.

Lynch (1960), referring to the fundamental studies of Gestalt theory, traces a path of research that continues until today, thanks to the studies related to perception from the world of neuroscience. The process, reconstructed by Mallgrave (2015) and Saragosa (2016), tries to explore how the emotion produced by the image of the environment around us favours processes of well-being (or discomfort, dysmorphophobia). The path of research leads to the current debate on mirror neurons and the resumption of the theory of empathy (better known today as embodied simulation), a path that leads us to think differently about the space that welcomes us, which is therefore not only phenomenologically different (anisotropic, as we have seen), but also perceptively dissimilar. In other words, not everything that is configured around us can produce the same emotional quality, the same empathic vibration.

Our research tries to discover new tools to evaluate which configurations of the urban space contribute to stimulating the emotional aspects of the inhabitants. If the research could provide clarity in this direction, it would become important for the definition of useful tools for urban regeneration design, one of the fundamental objectives of the 21st century urban planning. Studies on urban configuration will probably help to overcome the cactopias (Geddes, 1971; Mumford, 2017) of the anthropic environment that has been produced over time. As for how much the environment in which we are immersed awakens our emotions and affects our lives, Fitzgerald’s vivid description in his novel “Tender is the Night” (2001) illustrates it beautifully when he describes the Divers in the sun of southern France:

But the diffused magic of the hot sweet South had withdrawn into them – the soft-pawed night and the ghostly wash of the Mediterranean far below – the magic left these things and melted into the two Divers and became part of them.

The assessment of the visual quality of space has been addressed mainly regarding landscape assessment (Tempesta, 2009). In this context, two methods have been developed in the evaluation of the visual quality of the space around us. These two approaches have produced specific methodologies: the objectivist (or physical) and the subjectivist (or psychological) paradigm (Lothian, 1999). In the case of the objectivist approach, the quality of the living space would derive from its formal components and the combination of these components allows the assessment of its quality. The subjectivist approach focuses on instinctive, emotional and experiential aspects, and the quality of space. The assessment process must first analyse and understand the reactions of a man placed in different environments and subsequently it creates the rules that combine the formal elements.

From an operative point of view, the subjectivist paradigm is based on a questionnaire survey on the perceptive evaluations of a sample of individuals who occasionally or regularly interact with the space under study (de Val, Atauri and de Lucio, 2006; Zube, Sell and Taylor, 1982).

The most recent techniques in this field make use of surveys and virtual reality technologies (for detecting reactions to stimulus) and consider the semantic differential method (Brown, de Bie and Weber, 2015; Kuliga *et al.*, 2015; Lim, Honjo and Umeki, 2006).

Recently, with the development of Internet social networking platforms (the so-called social media) several approaches have been developed that work on the use of big data (Jin *et al.*, 2010) made available by social media platforms. An implementation in the city of San Francisco highlights (Dunkel, 2015) the great potential of photographic data shared by the Flickr platform for the analysis of environmental perception in landscape and urban planning. Flickr is an important source of additional information for a perspective on the perception of the urban environment by the general public. Zhou, Xu and Kimmons (2015) automate the detection of places of interest in multiple cities based on spatial and temporal features of Flickr images from 2007 on. Hauthal and Burghardt (2016) used Flickr data for the city of Dresden (Germany) to extract the emotions related to the perception of the urban space through a sentiment analysis of the comments associated with the city. The study shows the complexity of the Shared Geographical Information, which allows the extraction of information about the user regarding space and time. The study concludes by saying that categorizing users into user groups to analyse their behaviour can replace (or at least complete) empirical investigations.

The most critical aspects of the methods are the following:

- sampling the space to identify the representative visual stimuli (urban or rural landscape views);
- identifying methods of providing the visual stimulus of the space under evaluation to the respondent;
- the setting of the questionnaire that should allow the emotional reaction of the respondent to be detected.

For the first aspect, the most recent techniques use the voluntary geographical information from social media big data sets and the technologies of survey and virtual reality. Semantic differential techniques are used for the detection of the reactions to the stimulus (Chen and Takamatsu, 2016; Green, 1999; Lim, Honjo and Umeki, 2006).

The usefulness of identifying urban spaces with higher visual quality lies in the possibility of searching in these areas specific rules able to replicate positive emotions to be used then for the design and regeneration of urban spaces. Following Pallasmaa *et al.* (2015, p. 5), "Contemporary architecture has often been accused of emotional coldness, restrictive aesthetics and a distance from life. This criticism suggests that we architects have adopted formalist attitudes, instead of tuning our buildings with realities of life and the human mind." In the work "A

pattern language" Alexander, Ishikawa and Silverstein (1977) hypothesise the existence of specific rules of composition of the space (the patterns) that stratify over time and that follow specific morphotypological laws, generating urban quality.

On the basis of the above, the aims of the paper are:

- to assess the quality of urban space by applying a subjectivist approach through a questionnaire based on eliciting the perception of individuals. This is carried out implementing a semantic differential approach combined with virtual reality techniques;
- to spatialise the relationship between the quality of the urban space assessed through sampling and the sharing of voluntary geographical information;
- to survey typical patterns in areas with high visual quality to define urban design and regeneration rules.

The results will be further used for the determination of objective models for the improvement of the existing and the design of new open public spaces in the city. Among the various dimensions of urban design (Carmona *et al.*, 2012), the physical one and the aesthetic-visual criterion play a primary role in the process of designing the space with recognizable socio-cultural values and identities. Several theoretical works (Arnheim, 1969; Asihara, 1983; Gibson, 1979) demonstrated the importance of developing multidimensional perceptive analyses for the development of quality urban spaces (Perovic and Folic, 2012).

2. The method

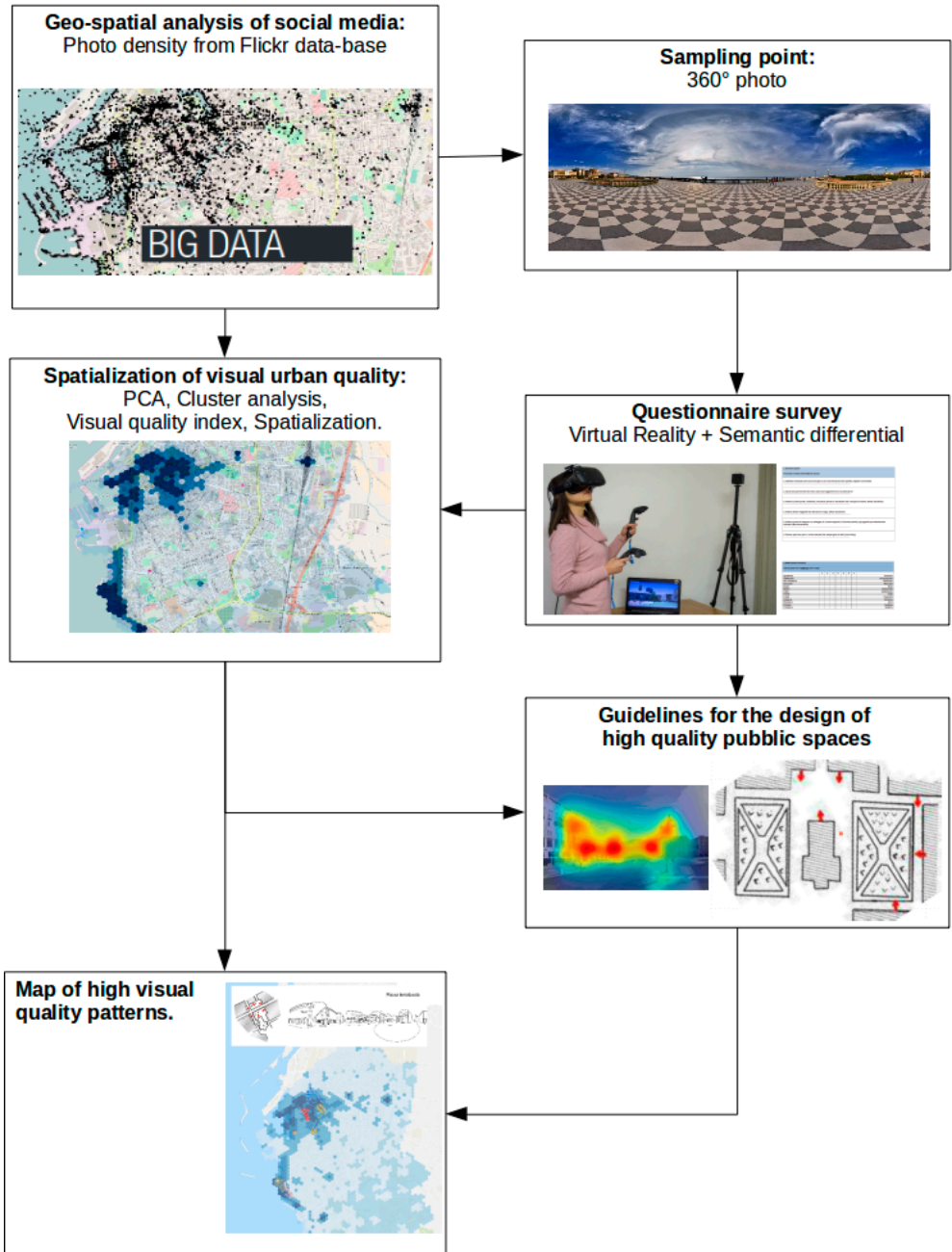
2.1 *The study area*

Livorno is a municipality of Central Italy located on the Tuscan coast and overlooking the Ligurian Sea. The municipality covers an area of 104.5 square kilometres and counts 157,052 inhabitants. Livorno is the third largest municipality in Tuscany by population. The perimeter of the study area only includes the urbanized territory of the city of Livorno, since the topic of the paper focuses on urban quality. Thus, industrial areas to the north of the city have been excluded from the municipal territory, as for some neighbouring areas that are too far from the city centre and those that are on the border with rural areas.

2.2 *The assessment of the quality of urban space through shared geographical information*

In the absence of formal reference structures, geographical information generated by web users is in some respects chaotic: flows of information are created and move in different directions, crossing and exchanging contents, while losing any separation between production and consumption and justifying the widespread notions of "produser" (Bruno, 2006) and "produsage". Over time, despite the disorganization and heterogeneity that characterize this information, its pro-

Figure 1. Flow-chart of the proposed approach.



duction has become such an extensive phenomenon attracting the interest of the scientific community and of people historically engaged in the creation and distribution of geographical information (Borruso, 2013).

We are currently experiencing a rapid increase in available data sources regarding voluntary geographical information. Social media applications such as Twitter, Flickr or Facebook provide a collective of geographical information that can be interrogated via public Programming Interfaces (APIs). In addition, we are witnessing a growing willingness of people to actively contribute by sharing their experiences of living the urban, rural and natural space in a context of use that falls under the broad term “People as sensors”.

In recent years many researchers used big data from social media platform to analyse the users’ preference in various fields. There are a lot of social media platforms, the most used of which is Facebook, but the data are not easily accessible. Other platforms give an easier access to public data, like Flickr, Twitter, Instagram. Flickr (founded in 2004) is used by professional or amateur photographers to share photos, Twitter (founded in 2006) is used to share short text messages, while Instagram (founded in 2010) is used to share photos, usually related to everyday life, taken by smartphones with high quality cameras. In research studies, Twitter is preferably used when dealing with business and communication analysis, Flickr in the environmental sciences (Spyrou and Mylonas, 2016), while Instagram is an unexplored source of data, even though it is becoming popular (Tenkanen *et al.*, 2017). Thus, we decided to use Flickr, not only because it is the most suitable for environmental sciences studies, but also it is exclusively used by professional or amateur photographers because it was the first social media platforms to be created and, today, it has a photographic database size larger than Instagram.

According to Nov, Naaman and Ye (2010), the photographic data uploaded on the Flickr platform imply an individual process that can be divided into two main phases:

- a) the technical-creative phase of taking the photo;
- b) the social phase of sharing this photo by associating commentary information to it.

Lynch (1960: p. 4) suggests that

[. . .] the generalized mental picture of the exterior physical world that is held by an individual [. . .] is the product both of immediate sensation and of the memory of past experience, and it is used to interpret information and to guide action.

Speaking generally (Collier, 1967; Dakin, 2003; Scott and Canter, 1997; Sontag, 1977), the action of taking a picture is not only linked to the characteristics of the surrounding environment, but involves all of the aspects of the interpretative cognition that the individual applies to that space (personal preferences, memories, opinions, etc.). So, both the act of taking a picture in a specific place and the consequent action of choosing which photos to share on the social network platform reflect the quality of the perception that the individual has of that place.

There are many types software able to map and evaluate the ecosystem services using the Flickr platform, such as the software model InVEST. The InVEST recreation model calculates the total number of photo-user-days for each grid cell or polygon. The tool, which uses a simple linear regression, compares photo-user-day with the chosen landscape index to analyse how each attribute influences the visitation rate. The results are maps that identify current and future patterns of recreational use.

We decided to use an algorithm based on Flickr's Application Programming Interface instead of other types of software, to have a major flexibility both in the method and in the analysis of the results.

We downloaded the coordinates of 7,453 shooting points of shared photo uploaded from 2005 to 2017. The number of photos uploaded to Flickr showed a peak in the years 2011-2012, it decreased in subsequent years, but it remained for research purposes. We assumed that the preferences of the individual did not change in the period 2011- 2017.

The point data has been transformed into a density surface by an analysis of Kernel Density Estimation (KDE) (Chen and Shaw, 2016).

Kernel Density Estimation (KDE) is one of the most popular methods in geostatistical analysis. It uses a continuous function in the space to define density. This approach can be followed drawing a circle of radius r around each point and dividing point number inside the circle by its area. KDE is a moving three-dimensional function and allows to weight the points within the circle, assigning a higher value to the points closest to the centre of the circle, and a lower value to the points closest to the circumference (Danese, Lazzari and Murgante, 2008).

The only arbitrary variable in the KDE is represented by the bandwidth (Bailey and Gatrell, 1995). Different values of bandwidth produce different patterns: if the value of bandwidth is high, the distribution tends to be smoother, while if the value of bandwidth is low there will be more peaks in the distribution.

In the case under study, a triangular Kernel with a radius of 50 metres has been used. The kernel was then overlapped with a 100-metre side hexagonal grid. In the case under study, a triangular Kernel with a radius of 50 metres has been used. The kernel was then overlapped with a 100-metre side hexagonal grid. The size and the shape were chosen because of their topological and geometric properties (Feick and Robertson, 2015; Patil *et al.*, 2000; White, Kimerling and Overton, 1992).

Looking at the city of Livorno, it is possible to notice an uneven distribution of the points. Specific areas are much more photographed than others. In particular, the most photographed places are the areas of Venezia Nuova and Terrazza Mascagni.

2.3 The assessment of the visual quality of urban space by sampling

The definition of the experimental design required the creation of two sampling schemes: a spatial/geographical type, to choose the locations of the city of

Livorno in which to detect the stimuli to be submitted to the interviewees; the definition of the questionnaire and the choice of the interviewees.

For the spatial sampling, the areas to be surveyed have been chosen so as to consider the interactions between individuals and urban space using shared geographical information categorised and described in the previous paragraph. The photo density map was overlapped with a hexagonal grid with the side of 100 meters. The sampling points were identified by means of a stratified random sampling by extracting the cells from that grid. In particular, the cells of the grid were divided into three layers: high density photo cells, beyond the 90th percentile; medium density photo cells, between the 90th and the 50th percentile; low density photo cells, lower than the 50th percentile. The sample layers were chosen in such a way as to over-sample the areas with a high concentration of photos, as they are of greater interest for the purpose of the study. Lastly, 26 random points were extracted in each layer, for a total of 78 points. On these points the stimuli to undergo the assessment were detected. The geographical spaces to be evaluated were measured using 360° spherical images downloaded from the Google Street View database. Those images can be played in virtual reality through a virtual reality headset. As highlighted by Piga's research (Piga 2011, 2013), the different types of photographic reproduction media of urban and landscape space – panoramic photos, videos or 360° photos – allow many different types of interaction:

- panoramic images provide a unique point of view (specific visualization)
- videos reproduce the visualisation of movement in space (moving visualization).

In the first case the observers can decide where to look, as if they were inside an infinite fixed moment, while in the second they pass through the space. However, in general the observers cannot choose where to point their gaze. In comparison to the first two cases, the use of 360° interactive photographs and videos through the virtual reality headset allows an interactive and immersive visualization of the space that surrounds the interviewee. In all the above cases the point of view is that of the camera and the observer is not free to roam; only virtual reality gives this possibility, approximating to the real experience in space (Piga, 2011, 2013). For this reason, the quantitative relationships between the experience of the architectural spaces and the physical properties were studied using virtual reality simulation (Franz *et al.*, 2005; Lovett *et al.*, 2015; Maffei *et al.*, 2015; Orland, Budthimedhee and Usitalo, 2001; Orenstein, Zimroni and Eizengerg, 2015).

The elicitation of the perceptions was carried out by means of a questionnaire administered through the virtual reality headset to a sample of 234 individuals. Participants were selected using random sampling techniques. The interviewees had to be:

- (i) local people, i.e. residents in the city of Livorno
- (ii) non-local people, i.e. undergraduate students attending in urban planning disciplines at the University of Florence, or alternatively
- (iii) residents in another province or territory in Tuscany.

For each sample layer, 78 individuals were interviewed, each of them were given two questionnaires by randomly choosing the spatial sample layer (low, medium or high density photos).

The questionnaire was structured into two sections. The first one aimed at collecting the personal data of the interviewees, through open questions on age, city of residence, field and level of education.

The second part of the questionnaire was structured as to detect the perception of the quality of urban space through the virtual reality headset. To detect the individual subjective perception of the interviewees, the survey was based on the semantic differential technique (Osgood, *et al.*, 1957) measured on a 7-point Likert scale. To evaluate both the perceptive and structural emotional aspect of the examined place, two series of bipolar semantic couples were used: one made of bipolar adjectives inherent to the emotional sphere, the other of opposite adjectives inherent to the structural and physical aspects of the stimulus. The pairs used are shown in Table 1. The terms used were arranged alternately: a bipolar pair is followed by a structural pair. The choice of the semantic couples was based on the works of Bonaiuto *et al.* (2003), Green (1999), Hung and Nieh (2009), Hsu *et al.* (1999), Imamoglu (2000), Kang and Zhang (2010). The adjectives linked to the emotional sphere are in a smaller number than the structural ones, because only those pairs that were found to have a more diversified meaning were chosen among the various adjectives pairs available in literature.

During the administration of the questionnaire, a video was recorded to detect the direction of the interviewee's sight in the virtual reality headset while observ-

Table 1. Bipolar pairs.

| Emotional Adjectives | Formal Adjectives |
|-------------------------------|-------------------------|
| Unpleasant- Pleasant | Narrow- Wide |
| Indifferent - Exciting | Homogeneous-Different |
| Non Stimulating - Stimulating | Simple -Complex |
| Stressful - Relaxing | Asymmetric-Symmetric |
| Ugly- Beautiful | Plain-Decorated |
| Boring - Interesting | Closed- Open |
| Unnerving - Comfortable | Monotone -Varied |
| | Irregular- Regular |
| | Disordered-Ordered |
| | Ordinary- Special |
| | Uncared for - Cared for |
| | Dynamic-Static |
| | Monochromatic- Coloured |

Source: our elaboration.

ing the spherical photo. An example of this video is available in the supplementary materials relative to sampling point n. 31.

2.4 Statistical analysis.

The most suitable methodology for the statistical elaboration of the data collected through the questionnaires was identified in the Principal Component Analysis (PCA).

The PCA is a data synthesis technique, developed by several researchers, including Pearson (1901), Cauchy (1829), Jordan (1874) and Hotelling (1933), the latter having defined the term and the method (Stewart, 1993).

The PCA's primary goal is to simplify data by reducing the number of starting variables, correlated among them, in a number of minor independent variables, that are called latent variables or principal components. This technique is one of the most used, because it reduces the number of variables, revealing new and more evident relationships that had not initially been considered.

Moreover, while choosing the appropriate number of variables, it is possible to monitor the "trade-off" between information loss and simplification of the problem. (Abdi, Lynne, Williams, 2010).

The second step in the statistical analysis considered the use of the principal components to create a synthetic Visual Quality Index (VQI). Di Franco and Maradi (2003) proposed the methodology. The constructed index allows attributing a value (score) to each subject (in this case, sites subjected to photographic sampling). The creation of an index that detects the phenomenon described by one or more principal components, obtained by analysing a set of variables with the PCA technique, was carried out according to the following procedure. The method is based on the inspection of the two-dimensional projections of space and the consequent isolation and separate refinement of each component extracted, thus creating a PCA in two distinct stages. The purpose of the first PCA is to identify the dimensions underlying the set of variables analysed. Once decided how many components to extract, for each of them there is a cluster of variables (subset of the source set) that are strongly correlated with each other and with their relative size. At the end of this stage, the original set of variables is divided into a number of subsets, equal to the number of components to be extracted. For each identified subset, subsequent PCAs are carried out, progressively eliminating the variables that are less correlated to the relative dimension, until the component is refined: i.e., only the variables strongly correlated with the dimension will remain. Only the selected variables are used for the creation of the index. The calculation of the component coefficients is carried out by performing the PCA only on the subset of the final variables obtained from the refinement process.

The final step is to use the component coefficients to calculate a final indicator for each observation (sample point) according to the formula:

$$VQIC_{,i} = \sum z_{j,i} \cdot C_{c,j} \quad [1]$$

with:

$VQIC_{i,j}$ = Visual Quality Index for the Component $C=I, II$ and the sample point $i = 1, \dots, 78$

j = (sub)set of the semantic differential variables (the whole subset for method 2 and the residual variables after refinement for method 1)

$c_{C,j}$ = component coefficient of variable j on component C

$z_{j,i}$ = standardised scores obtained on the semantic differential variable j , for each sample point i .

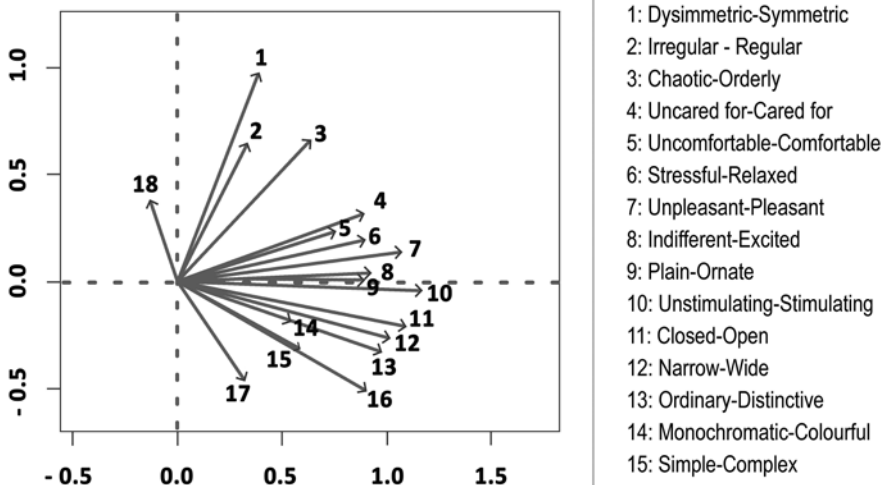
3. Result

In this study, the analysis of the variance explained by the first dimensions shows the presence of a strong relationship among the variables and suggests the number of dimensions that should be considered. The first two dimensions of PCA represent 64.99% of the total inertia data; this means that 64.99% of the complex cloud variables are explained by the space defined by the two extracted dimensions. This percentage is relatively high and therefore the space defined by the two components, where the cloud of the variables is projected, well represents the variability of the data. This value is significantly higher than the reference value of 22.2%, obtained through Parallel Analysis.

The map of variables (Graph 1) has made it possible to define the starting variables that characterize and define the first two dimensions examined.

Those variables that are positively and exclusively correlated to the first dimension are: Unpleasant-Pleasant, Narrow-Wide, Indifferent-Exciting, Non Stimulat-

Graph 1. Map of variables.



ing-Stimulating, Simple-Complex, Stressful-Relaxing, Plain-Decorated, Unnerving-Comfortable, Closed-Open, Ordinary-Special, Uncared for-Cared, Monochromatic-Coloured. It is possible to notice that there is a correlation between the emotional variables (Unpleasant-Pleasant, Indifferent-Exciting, Non stimulating-Stimulating, Stressful-Relaxing, Ugly-Beautiful, Boring-Interesting, Unnerving-Comfortable) and the structural ones (Narrow-Wide, Homogeneous-Different, Simple-Complex, Asymmetric-Symmetric, Plain-Decorated, Closed-Open, Monotone-Varied, Irregular-Regular, Disordered-Ordered, Ordinary-Special, Uncared for-Cared for, Dynamic-Static, Monochromatic-Coloured). Thus, if a place has been rated pleasant, beautiful, relaxing, it shows the formal characteristics of cared for, wide, varied, special, open, decorated. In summary, the first dimension appears correlated as a whole to the emotional perception of the quality of urban space.

On the contrary, the second dimension is positively saturated by Irregular-Regular, Asymmetric-Symmetric and negatively correlated by Homogeneous-Different and it can therefore be interpreted as correlated to the perception of some formal characteristics of the urban environment.

The pair of adjectives Monotone-Varied is positively correlated to the first dimension and negatively to the second, while the item Ordinary-Special is positively correlated to both. The pair of adjectives Dynamic-Static is not correlated to any of the two dimensions, thus highlighting the insignificance in the description of the phenomenon.

The results of the VQI, obtained for the two components (first component "emotional" and second component "formal") are shown in Table 2, Fig. 2 and Graph 2.

Fig. 2 indicates how only the first component "emotional" records higher total VQI in the area with a high photo density compared to that obtained in the area with medium and low density. This result is confirmed by the frequency distribution and the relative significance of difference among the averages of the values shown in Graph 2. The first component shows higher average values in the area with a high photo density compared to medium and low-density areas with a high significance. There are no significant differences in the values obtained for low and medium density areas. The Visual Quality Index for the second component "formal" does not discriminate among the different areas in either of the two methods.

In summary, the results obtained show that the photo density detected by the Flickr platform is correlated to a high visual quality deriving from the semantic differentials mostly related to the instinctive dimensions only for high values of photo density. It must be highlighted that the high Flickr photo density area represents the sampling hexagons with values beyond the 90th percentile of the entire sampled area.

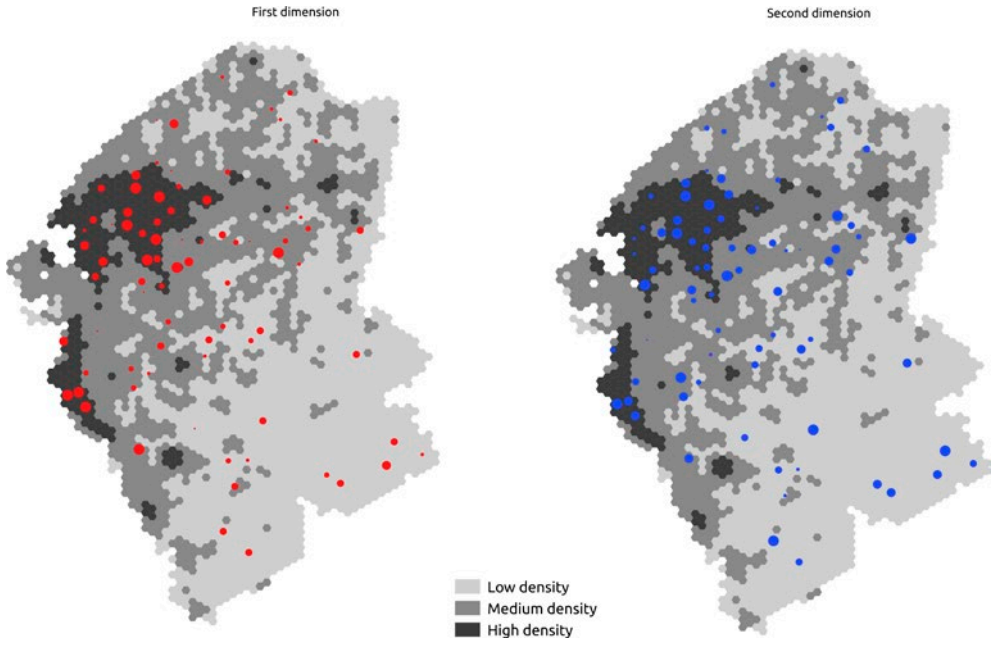
A regression analysis was then performed to investigate the relationship between the visual quality revealed by the questionnaires and the geographical photo density downloaded from the Flickr platform. Since the relationship investigated is highly non-linear, it was not possible to adopt a parametric estimation method. The technique chosen was the regression tree.

Table 2. Results of the components' refinement.

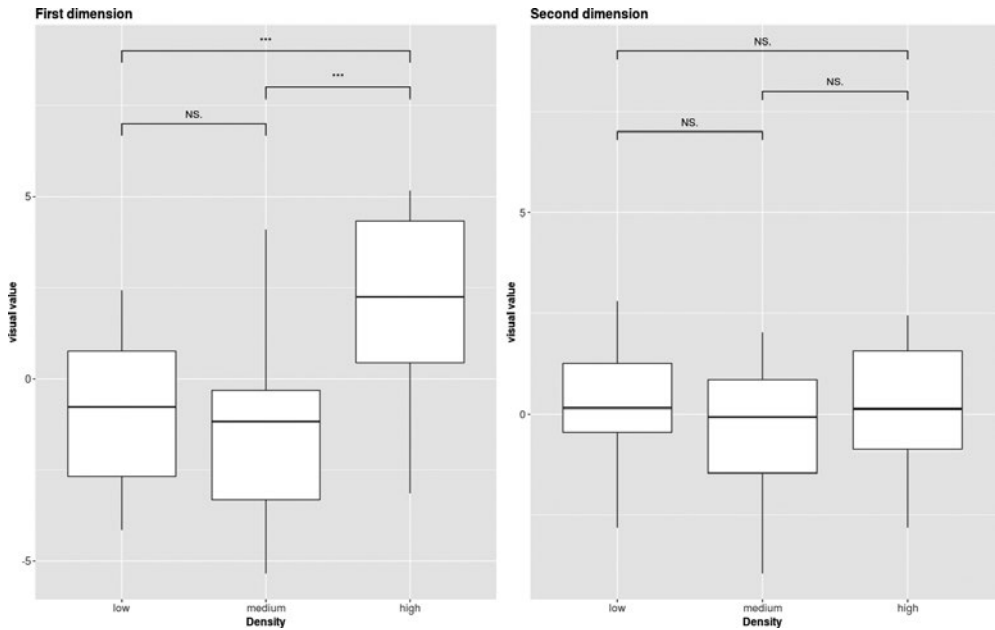
| Variable | Variable type | PCA I First Dimension "emotional" | PCA II Second Dimension "formal" | PCA I - coefficients before refinement process | PCA II - coefficients before refinement process |
|-----------------------------|----------------------|---|--|--|---|
| Unpleasant-Pleasant | Emotional Adjectives | 0.9229 | 0.1323 | 0.9183 | - |
| Non Stimulating-Stimulating | Emotional Adjectives | 0.9149 | -0.0183 | 0.9161 | - |
| Indifferent-Exciting | Emotional Adjectives | 0.8649 | 0.0313 | 0.8666 | - |
| Closed - Open | Formal Adjectives | 0.8149 | -0.1806 | 0.8356 | - |
| Plain-Decorated | Formal Adjectives | 0.8343 | 0.0349 | 0.8208 | - |
| Stressful-Relaxing | Emotional Adjectives | 0.8113 | 0.1774 | 0.8130 | - |
| Monotone - Varied | Formal Adjectives | 0.7868 | -0.4330 | 0.8027 | - |
| Narrow-Wide | Formal Adjectives | 0.7727 | -0.2052 | 0.7995 | - |
| Ordinary-Special | Formal Adjectives | 0.7904 | -0.2611 | 0.7928 | - |
| Unnerving-Comfortable | Emotional Adjectives | 0.7974 | 0.2581 | 0.7925 | - |
| Uncared for- Cared for | Formal Adjectives | 0.7703 | 0.2674 | 0.7472 | - |
| Monochromatic- Coloured | Formal Adjectives | 0.5562 | -0.2116 | - | - |
| Simple -Complex | Formal Adjectives | 0.6278 | -0.3596 | - | - |
| Asymmetric-Symmetric | Formal Adjectives | 0.3199 | 0.8078 | - | 0.7494 |
| Irregular- Regular | Formal Adjectives | 0.3824 | 0.7088 | - | 0.6467 |
| Disordered-Ordered | Formal Adjectives | 0.6130 | 0.6070 | - | 0.5195 |
| Dynamic-Static | Formal Adjectives | -0.1378 | 0.4028 | - | 0.4374 |
| Homogeneous-Different | Formal Adjectives | 0.3467 | -0.5126 | - | -0.5785 |

Source: our elaboration.

Figure 2. Visual Quality Index of the sample points.



Graph 2. Frequency distribution of visual quality indices.



Graph 3 shows the diagram of the regression tree obtained through the estimation calculated on the Visual Quality Index. The photo density at which the terminal nodes of the classification originated was as follows, in an ascending order of photo density:

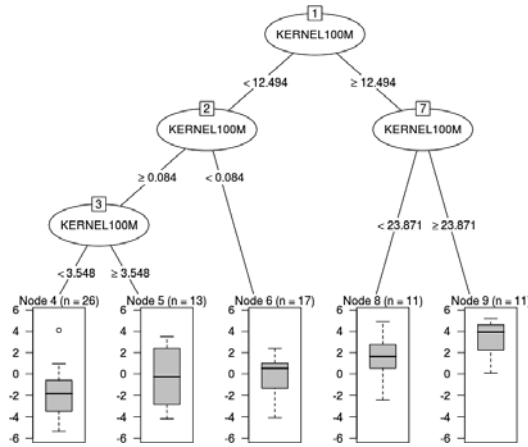
- Leaf 6 with a photo density of less than 0.084 (25th percentile) and a VQI of -0.2922;
- Leaf 4 with a photo density between 0.084 and 3.54 (25th and 82nd percentile) and a VQI of -0.18;
- Leaf 5 with a photo density between 3.54 and 12.49 (82nd and 92nd percentile) and a VQI of -0.20;
- Leaf 8 with a photo density between 12.49 and 23.87 (92nd and 97th percentile) and a VQI of 1.66;
- Leaf 9 with a photo density greater than 23.87 (beyond the 97th percentile) and a VQI of 3.41.

The normalized mean squared error was calculated for the evaluation of the predictive capacity of the model adopted (Torgo, 2016). The result was 0.73, a value to be considered satisfactory. The results confirm the difference among the averages of the sampled areas and broaden the information obtained by highlighting how the photo density is an efficient estimator of the perceived quality of places, especially when the photographs of the spaces are shared on social networks. The spatialization relative to the application of the regression tree on the city of Livorno (Fig. 3) highlights how the visual quality, estimated using the model of the regression tree, indicates high values in the area of the Terrazza Mascagni, in the two main squares of Livorno, Piazza Grande and Piazza della Repubblica, and in the area of the Fortress. The areas with a higher Visual Quality Index are mainly public spaces that show peculiar configurations of the site, the two main squares that are also wide bridges and the Terrazza Mascagni, a belvedere toward the sea.

3.2 From the Visual Quality Index to the rules for the urban design

The results of the spatialization of the VQI of the city of Livorno can be useful for identifying the rules for designing or regenerating urban spaces. The approach proposed by Alexander in his work "A pattern language" (Paterson and Connery, 1997) was chosen to analyse the characteristics of the areas with the highest visual quality, since the quality was assessed through a model that allowed to spatialise citizens' emotional perception. Alexander aimed to explore "the idea and principle of the process of designing by mass," and "to create a common language for designing and construction, in order to establish a process to let everybody participate in creating their own environment" (King, 1993: p.17). As Takashi *et al.* in the 1970s, Alexander (1979) observed that certain things were repeatedly seen in the form of architectures. He found that the relation among these things was a "pattern". The identification of the patterns was of fundamental support in the

Graph 3. Regression tree.



videos recorded during the administration of the questionnaire for the sampled points included in leaf 8 and 9 of the VQI map (figure 4). To select the patterns that most influenced the evaluation given by the respondents, the videos were analysed using the Graph-Based Visual Saliency (GBVS) method proposed by Itti and Koch (2001). It is based on the concepts of the neural mechanisms defined by Koch and Ullman (Itti, 2005; Itti, 2007; Itti and Koch, 2000; Koch and Ullman, 1985). In the perception of the cityscape, people freely observe the space around them without a specific objective (Dupont, Antrop and Vaneetvelde, 2015). As a consequence, the distribution of the localizations (patterns) that generate the most attention (on which the eye focuses) will be mainly guided by the content of the visual stimulus. To identify these areas of interest rapidly and systematically, a particularly interesting methodology recently proposed for landscape analysis is the so-called "saliency maps". The "saliency maps" can be described as computational focusing maps, which code for conspicuity or saliency in a bottom-up mode in every position of an image. Saliency is defined as the distinction of the perceptive quality with which an element in the world is distinguished from its neighbours and therefore immediately attracts attention (Itti, 2007). The GBVS method represents the most recent attempt to reconstruct the low-level instinctive process in the identification of the locations on which attention is concentrated into the geographical space depicted in an image. The GBVS method and the algorithms available for calculating the "saliency maps" were initially designed for the analysis of digital images. For this reason, 10 frames per minute were systematically extracted (one every 6 seconds) and the saliency map of each frame was calculated to adapt it to a video (Fig. 4).

The analysis of the high-saliency areas of the video in the leaf areas 8 and 9 of Fig. 3 was firstly made by creating three-dimensional virtual diagrams drawn on the spherical photo. An example is available in the supplementary materials. This methodology allowed defining the 10 patterns shown in Fig. 5.

Figure 3. Spatialization of the Visual Quality Index.

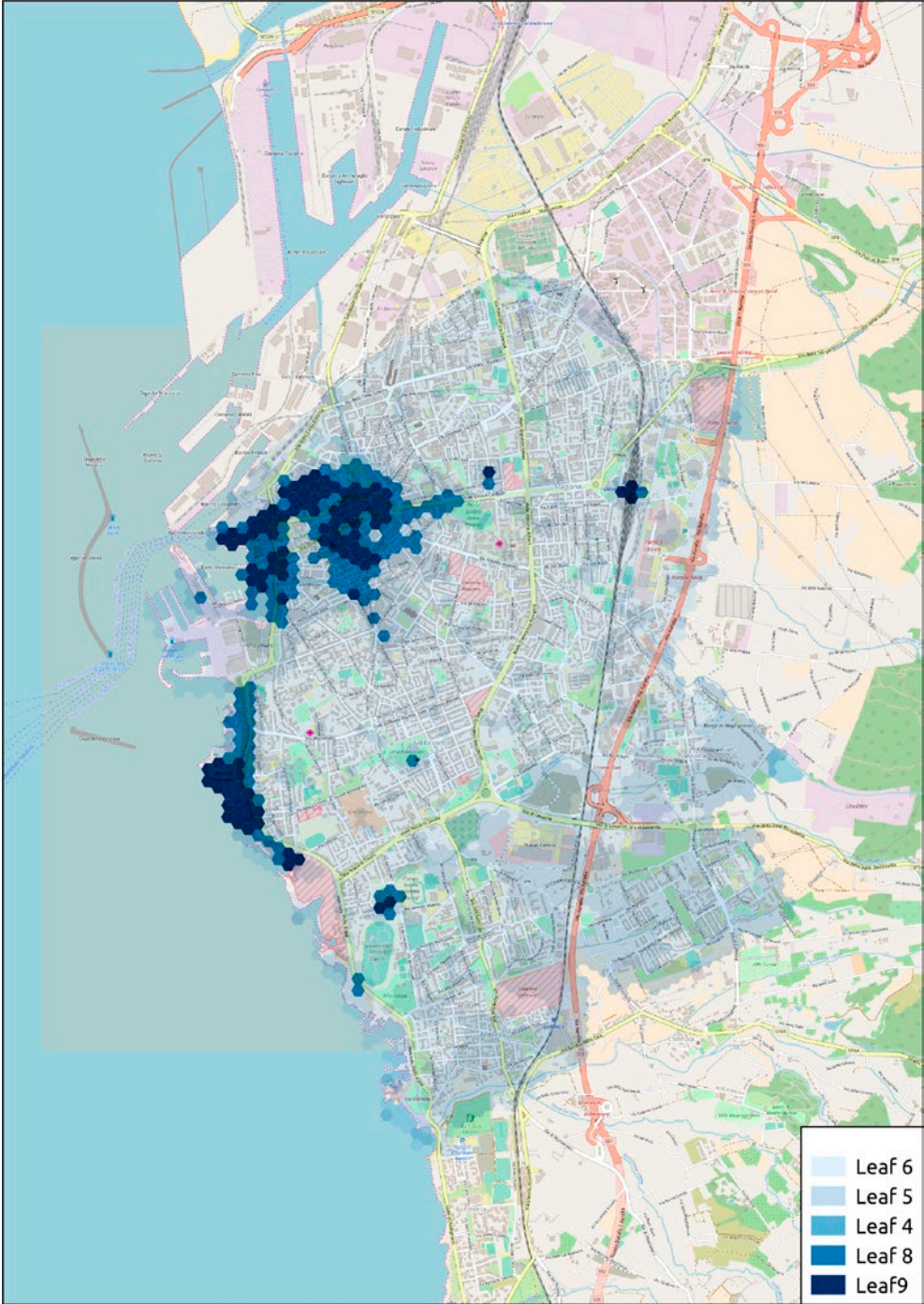
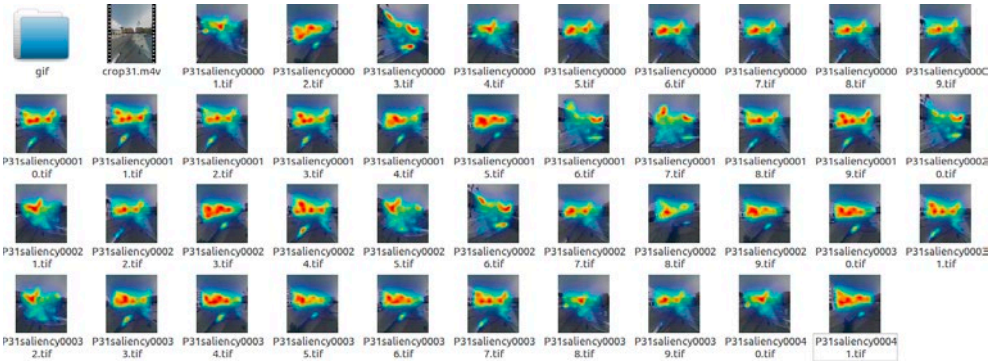


Figure 4. Video analysis using the GBVS method.



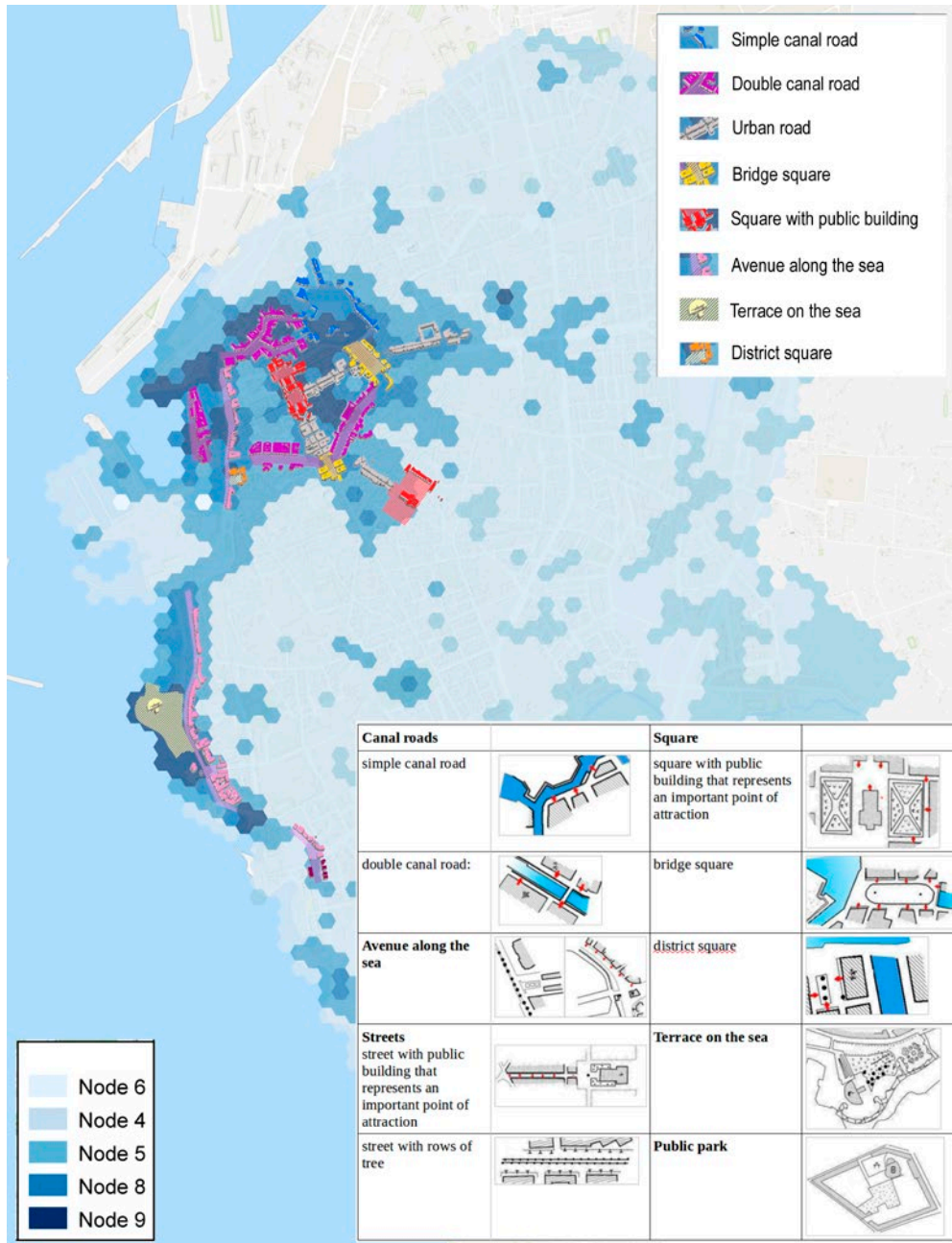
For each pattern the constituent elements and the dimensional ratios necessary to reproduce it have been identified. In general, the survey showed that the following elements are repeated in the areas with high VQI. A continuous street wall characterizes the streets, and there is a boundary relationship between street and water (canal or sea shore). Buildings are chromatically homogeneous, they have decorative architectural ornaments (quoin, stringcourses, windows with gables, cornices, eaves, etc...) and are twice the width of the road. Often the streets present elements of public interest much higher than the surrounding buildings (e.g. churches, municipalities, etc.) at their beginning and/or at the end (vanishing point). Road trees can be present (but not always).

A continuous street wall of buildings with height from 20 to 30 meters, often with porticoes, characterizes the squares. The squares have a regular and symmetrical shape and present pedestrian spaces. The buildings have ornaments. The squares with the highest VQI are the “bridge squares” typical of Livorno. The “bridge square” is a paved square under which a canal flows. The presence of the canal interrupts the street wall and opens wide perspective views. Quite popular are also the small neighbourhood squares, characterized by half the size of the main squares and by shops on the ground floor. Here too the street wall is continuous, the shape is regular and symmetrical and there are ornaments on the buildings too. The final phase of the work concerned the mapping of the patterns detected in the city of Livorno (see Figure 5).

4. Discussion

The methodology used compares photo concentration with people’s opinions of three chosen sample. It allowed us to understand which characteristics of the city are preferred by the community. The urban area of Livorno is divided into three homogeneous areas according to the photo concentration’s range and these areas are confirmed by the questionnaire’s results. This result defines the photo

Figure 5. Patterns and design rules in high visual quality urban space.



concentration as an index of urban quality. By analysing the locations taken as samples allows us to understand the characteristics of the city, their interaction and how they develop. Each location shows attributes that can be positively or negatively perceived by the visitor. In any case, they represent important information to be used in urban planning to improve the overall quality of the city.

In particular, the results of this work can be used as a guideline in the process of creation and redevelopment of public open spaces in Livorno. The results demonstrate how subjective visual perception can help identifying and establishing the criteria for the design of high-quality public spaces. The quality patterns that have been identified suggest that functional, dynamic, associative, homogeneous, understandable, accessible, authentic spaces, with an emphasis on the identity elements, obtain visual appreciation on the users. On the other hand, spaces that do not have a defined visual identity in the structure of the city have been negatively evaluated. The research also highlighted how the use of open public spaces in Livorno as a primary visual resource of the city has potential, even though a large part of it needs revitalization, especially in terms of contents and dynamics.

The VQI map can be a useful tool for (Liu *et al.*, 2017):

- planning: municipal planners and administrators can achieve a more detailed and complete understanding of the urban environment. The map can provide good support for the definition of urban regeneration policies;
- research: researchers can further correlate the visual quality of the urban environment with socio-economic variables and the perception of quality of life;
- economic development: investors can detect the most suitable areas for the opening of restaurants and other public places. Local visitors can also benefit from these maps knowing more about high quality places to visit in the city and selecting more pleasant routes for their daily trips.

This method shows some positive and some negative aspects. The first ones are the low cost and the easy reproducibility of the methodology, while the second ones are the need to have a large number of photos available as inputs to make the methodology be effective and the fact that it cannot be implemented in those areas that are not crossed by the visitors.

Among the future objectives of this research we can certainly identify the following: to extend the methodology to unknown areas, to use the results to elaborate specific and precise urban policies and, lastly, to elaborate an automatic methodology to define specific indices able to describe the complexity of the cultural ecosystem services. This last element would allow us to compare the data with Flickr in order to have a ranking of the characteristics that most influence the aesthetic perception of a place.

5. Conclusions.

This research is based on the awareness of the loss of value of some urban spaces. These particular spaces do not favour the sense of belonging to the place

where people live. To address this issue, we need to solve the problem of assessing which configurations of space are the most suitable in a process of urban regeneration. The process of regeneration should be able to create emotions, which results in a more empathic space. In this respect, the research provides a method for evaluating the emotional qualities of urban configurations. Quality is sought in the interaction between the emotional aspects, activated by spatial perception, and the structural formal components, as they are displayed.

The first step in this study was to develop a photo density vector map. The map allowed the creation of a spatial sampling scheme. The map, obtained by spatially distributing the photos spontaneously posted on social networks by anonymous operators, determined an uneven density distribution. In particular, there was a high photo density on small areas and, conversely, a low photo density distributed in the remaining large part of the study area.

The analysis of the results of the given questionnaire, developed using Principal Components Analysis, allowed considerations on the concept of emotional content of specific urban configurations.

Through the PCA, which synthesizes the starting items of the semantic differential, two new significant variables have been defined for the evaluation of the quality of the spatial configurations of the urban environment: the formal and the emotional components. The emotional component, which has a very high percentage of variance, is significant in the description of the phenomenon, revealing that this empathetic relationship with the urban space is independent of the rational understanding of urban rules. Through the semantic differential items that saturate this component, it is possible to give a first definition of the concept of quality of spatial configurations. Space is positively perceived in an emotional way when there are formal components, with the following attributes: cared-for, wide, varied, special, open, decorated.

It was possible to interpret these formal components by studying those places that were found to be related to the emotional dimension.

Lastly, a Visual Quality Index has been developed to verify, in a more detailed way, whether and to what extent the new technologies, especially big data, can be useful indicators in defining the concept of quality of urban spatial configurations. By calculating the regression tree, it was possible to spatialise the relationship between the Visual Quality Index and the photo density.

Future developments in the research might investigate whether the information provided by big data on the quality of urban spatial configurations varies according to different contexts. The research represents a first step in that direction and could lead to more detailed and precise conclusions. First of all, it would be desirable to use the information coming from the crowdsourced geographic geo-data through text mining procedures of the tags in their entirety. Currently the methodology considers only the geographical location of the photo. This would allow us to capture the unconscious aspects of the perception of the cityscape. On the other hand, the analysis of the photos taken with automatic methods of classification and categorizations of the images could allow studying the preferences expressed for particular urban patterns. Many authors have found that the visual

quality of the built environment is related to the social and economic characteristics of the population residing there. The co-evolution between the physical aspect and the social composition of the cities has for centuries aroused considerable interest on the side of scholars and supported most of the architectural and urban planning movements (Naik *et al.*, 2015). For example, Ordóñez and Berg (2014) found a Pearson correlation coefficient of 0.51 between family income and judgement based on wealth environment and a coefficient of -0.36 between homicide statistics and safety judgement based on environment. Naik *et al.* (2015) found that the level of education in a neighbourhood is strongly related to urban quality. Another future development of this research could be to correlate the VQI with the levels of well-being. Lastly, the semantic differential and the evaluation methodologies of the VQI could be applied to virtual projects for the realization and regeneration of urban public spaces.

References

- Abdi H. & Williams L. J. (2010). Principal component analysis. *Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics* 2(4): 433-459.
- Alexander C. (1979). *The timeless way of building* (Vol. 1). New York: Oxford University Press.
- Alexander C., Ishikawa, S. & Silverstein M. (1977). *A Pattern Language*: Oxford University Press.
- Arnheim R. (1969). *Visual Thinking*. Berkeley: University of California Press.
- Asihara Y. (1983). *The Aesthetic Townscape*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bailey T.C. & Gatrell A.C. (1995). *Interactive Spatial Data Analysis*. Longman Higher Education, Harlow.
- Bonaiuto M., Fornara, F. & Bonnes, M. (2002). Indexes of perceived residential environment quality and neighborhood attachment in urban environments: a confirmation study on the city of Rome *Landscape and Urban Planning* 988: 1-12.
- Borruso, G. (2013). *Cartografia e informazione geografica "2.0 e oltre"*, webmapping, webgis. un'introduzione. EUT Edizioni Università di Trieste.
- Brown G., de Bie K. & Weber D. (2015). Identifying public land stakeholder perspectives for implementing place-based land management. *Landscape and Urban Planning* 139: 1-15.
- Bruns A. (2006). Towards produsage: Futures for user-led content production. *Canadian Geographer* 47(2): 185-200.
- Carmona M., Heath, T., Oc T. & Tiesdell S. (2012). *Public Places - Urban Spaces: The Dimensions of Urban Design*. Oxford: Architectural Press.
- Cauchy, A. (1829). Sur l'équation à l'aide de laquelle on détermine les inégalités séculaires des mouvements des planets. *Exerc. Math.* 4: 140-160.
- Chen J. & Shaw S.L. (2016) Representing the Spatial Extent of Places Based on Flickr Photos with a Representativeness-Weighted Kernel Density Estimation. In: Miller J., O'Sullivan D., Wiegand N. (eds) *Geographic Information Science. GIScience 2016. Lecture Notes in Computer Science*, vol 9927. Springer, Cham.
- Chen J. & Takamatsu M. (2016). The Evaluation of Urban Landscape upon Japanese Representative LRT Cities Using Visual Engineering. *American Journal of Engineering Research* 5(2): 136-144.
- Collier Jr J. (1967). *Visual Anthropology: Photography as a Research Method*. New York, Chicago, San Francisco. Atlanta, Dallas, Montreal, Toronto, London: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Dakin S. (2003). There's more to landscape than meets the eye: towards inclusive landscape assessment in resource and environmental management. *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien* 47(2): 185-200.
- Danese M., Lazzari, M. & Murgante B. (2008, June). Kernel density estimation methods for a geo-

- statistical approach in seismic risk analysis: The case study of Potenza hilltop town (Southern Italy). In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 415-429). Springer, Berlin, Heidelberg.
- de Val G. D. L. F., Atauri J. A., & de Lucio, J. V. (2006). Relationship between landscape visual attributes and spatial pattern indices: a test study in Mediterranean-climate landscapes. *Landscape and urban planning* 77(4): 393-407.
- Di Franco G. & Marradi A. (2003). *Analisi fattoriale e analisi in componenti principali*. Bonanno.
- Dunkel A. (2015). Visualizing the perceived environment using crowdsourced photo geodata. *Landscape and urban planning* 142: 173-186.
- Dupont L., Antrop M. & Van Eetvelde, V. (2015). Does landscape related expertise influence the visual perception of landscape photographs? Implications for participatory landscape planning and management. *Landscape and Urban Planning* 141: 68-77.
- Feick R. & Robertson C. (2015). A multi-scale approach to exploring urban places in geotagged photographs. *Computers, Environment and Urban Systems* 53: 96-109.
- Fitzgerald F. S. (2001). *Tender is the Night*. Penguin UK.
- Franz G, von der Heyde M & Bühlhoff HH, (2005). Predicting experiential qualities of architecture by its spatial properties. In *Designing Social Innovation: Planning, Building, Evaluating* Eds Martens, B, Keul, AG, (Hogrefe and Huber, Cambridge, MA) pp. 157-166.
- Geddes P. (1971). *Cities in evolution: an introduction to the town planning movement and to the study of civics*. Harper & Row.
- Gibson J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston :Houghton Mifflin.
- Green R. (1999). Meaning and form in community perception of town character. *Journal of Environmental Psychology* 19(4): 311-329.
- Hauthal E. & Burghardt D. (2016). Using VGI for analyzing active ties and emotions of locals and tourists. In *Link-VGI workshop in connection with the AGILE*.
- Hsu S.H, Chuang M.C., Chang C.C. (2000). A semantic differential study of designers' and users' product form perception *International Journal of Industrial Ergonomics* 25: 375-391.
- Hung T. F. & Nieh C. K. (2009). Application of Semantic differential technique to evaluate Kansei image in architectural design. In *Proceedings of the international design research conference-IASDR*
- Hotelling H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *J Educ Psychol* 1933, 25:417-441.
- Itti L. (2005). Models of bottom-up attention and saliency. In *Neurobiology of attention* (pp. 576-582).
- Itti L. (2007). Visual salience. *Scholarpedia* 2(9): 3327.
- Itti L. & Koch C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research* 40: 1489-1506.
- Itti L. & Koch C. (2001). Computational modelling of visual attention. *Nature Reviews Neuroscience* 2: 194-203.
- Imamoglu Ç. (2000). Complexity, liking and familiarity: architecture and non-architecture Turkish students' assessments of traditional and modern house facades. *Journal of Environmental Psychology* 20(1): 5-16.
- Jin X., Gallagher A., Cao L., Luo J. & Han J. (2010, October). The wisdom of social multimedia: using flickr for prediction and forecast. In *Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia* (pp. 1235-1244). ACM.
- Jordan, C. (1874). Mémoire sur les formes bilinéaires. *Journal de mathématiques pures et appliquées* 19: 35-54.
- Kang J. & Zhang M. (2010). Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public spaces. *Building and environment*, 45(1): 150-157.
- King I. F. (1993). *Christopher Alexander and contemporary architecture*. A+ U Pub. Co.
- Koch C., Ullman S. (1985). Shifts in selective visual attention: towards the underlying neural circuitry *Human Neurobiology* 4: 219-227.

- Kuliga S. F., Thrash T., Dalton R. C. & Hoelscher C. (2015). Virtual reality as an empirical research tool—Exploring user experience in a real building and a corresponding virtual model. *Computers, Environment and Urban Systems* 54: 363-375.
- Lim E. M., Honjo T., & Umeki K. (2006). The validity of VRML images as a stimulus for landscape assessment. *Landscape and Urban Planning* 77(1-2): 80-93.
- Liu L., Silva E. A., Wu C. & Wang H. (2017). A machine learning-based method for the large-scale evaluation of the qualities of the urban environment. *Computers, Environment and Urban Systems* 65: 113-125.
- Lothian A. (1999). Landscape and the philosophy of aesthetics: is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder?. *Landscape and urban planning* 44(4): 177-198.
- Lovett A., Appleton K., Warren-Kretzschmar B. & Von Haaren C. (2015). Using 3D visualization methods in landscape planning: An evaluation of options and practical issues. *Landscape and Urban Planning* 142: 85-94.
- Lynch K. (1960). *The image of the city* (Vol. 11). MIT press.
- Maffei L., Masullo M., Pascale A., Ruggiero G. & Puyana Romero V. (2015). On the Validity of Immersive Virtual Reality as tool for multisensory evaluation of urban spaces. *Energy Procedia* 78: 471-476.
- Mallgrave H. F. (2015). *L'empatia degli spazi*. Architettura e neuroscienze, Raffaello Cortina, Milano.
- Mumford L. (2017). *Storia dell'utopia*, Feltrinelli, Milano.
- Naik N., Kominers S. D., Raskar R., Glaeser E. L. & Hidalgo C. A. (2015). Do people shape cities, or do cities shape people? The co-evolution of physical, social, and economic change in five major US cities (No. w21620). National Bureau of Economic Research.
- Nov O., Naaman M. & Ye C. (2010). Analysis of participation in an online photo sharing community: A multidimensional perspective. *Journal of the Association for Information Science and Technology* 61(3): 555-566.
- Ordonez V. & Berg T. L. (2014). Learning high-level judgments of urban perception. In *European Conference on Computer Vision* (pp. 494-510). Springer, Cham.
- Orenstein D. E., Zimroni H. & Eizenberg E. (2015). The immersive visualization theater: A new tool for ecosystem assessment and landscape planning. *Computers, Environment and Urban Systems* 54: 347-355.
- Orland B., Budthimedhee K. & Uusitalo J. (2001). Considering virtual worlds as representations of landscape realities and as tools for landscape planning. *Landscape and urban planning* 54(1): 139-148.
- Osgood C. E., Suci G. J. & Tannenbaum P. H. (1957). *The Measurement of Meaning*. Urbana: University of Illinois Press.
- Pallasmaa J., Mallgrave H. F., Robinson S. & Gallese V. (2015). *Architecture and Empathy*.
- Paterson D. & Connery K. (1997). Reconfiguring the edge city: The use of ecological design parameters in defining the form of community. *Landscape and Urban Planning* 36(4): 327-346.
- Patil G. P., Myers W. L., Luo Z., Johnson G. D. & Taillie C. (2000). Multiscale assessment of landscapes and watersheds with synoptic multivariate spatial data in environmental and ecological statistics. *Mathematical and Computer Modelling*, 32(1-2): 257-272.
- Pearson K. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philos Mag A* 6: 559-572
- Perovic, S. & Folic N. K. (2012). Visual perception of public open spaces in Niksic. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 68: 921-933.
- Piga B.E.A., Tangredi C., Signorelli V. (2011b). Investigating the traveler experience: the use of eye-tracking for urban design purposes, *Proceeding of the 10th Conference of the European Architectural Envisioning Association*, Delft, Netherlands, 14-17/09/2011, Delft: Delft Digital Press: 161-168.
- Piga B. E., Cibien L., Legnani A., Mungo S., Zappa D., Signorelli V. & Morello E. (2013). A sense-archive of urban space. In *EAEA-11 conference* (pp. 251-258).
- Saragosa C. (2016) *Il sentiero di Biopoli. L'empatia nella generazione della città*, Donzelli, Roma.

- Scott M. J. & Canter D. V. (1997). Picture or place? A multiple sorting study of landscape. *Journal of environmental psychology* 17(4): 263-281.
- Settis S. (2017). *Architettura e democrazia. Paesaggio, città, diritti civili*, Einaudi, Torino.
- Spyrou E. & Mylonas P. (2016). A survey on Flickr multimedia research challenges. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 51: 71-91.
- Sontag, S. (1977). *On photography*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Stewart GW. (1993). On the early history of the singular value decomposition. *SIAM Rev.* 35: 551-566.
- Tempesta T. (2009). *Economia del paesaggiorurale. La valutazione del danno ambientale e paesaggistico, Villa Umbra-Regione Umbria*: 9-10.
- Tenkanen H., Di Minin E., Heikinheimo V., Hausmann A., Herbst M., Kajala L. & Toivonen T. (2017). Instagram, Flickr, or Twitter: Assessing the usability of social media data for visitor monitoring in protected areas. *Scientific reports* 7(1): 17615.
- Torgo L. (2016). *Data mining with R: learning with case studies*. CRC press.
- White D., Kimerling J. A. & Overton S. W. (1992). Cartographic and geometric components of a global sampling design for environmental monitoring. *Cartography and geographic information systems* 19(1): 5-22.
- Zhou X., Xu C. & Kimmons B. (2015). Detecting tourism destinations using scalable geospatial analysis based on cloud computing platform. *Computers, Environment and Urban Systems* 54: 144-153.
- Zube E. H., Sell J. L. & Taylor J. G. (1982). Landscape perception: research, application and theory. *Landscape planning* 9(1): 1-33.

Elena Fregonara, Sara
Pattono

*Dipartimento Architettura e Design,
Politecnico di Torino, Torino, Italy*

E-mail: elena.fregonara@polito.it,
sara.pattono@polito.it

*Keywords: Economic-environmental
sustainability Indicators, Life Cycle
Cost Analysis, Durability and
Service Life, Residual Value, Risk and
Uncertainty, Probability Analysis,
Stochastic Global Cost*

*Parole chiave: Indicatori di
sostenibilità economico-ambientale,
Analisi del Costo nel Ciclo di Vita,
Durabilità e Vita Utile, Valore residuo,
Rischio e incertezza, Analisi di
Probabilità, Costo Globale stocastico*

JEL: C38, C53, D81

A sustainability indicator for building projects in presence of risk/uncertainty over time: a research experience*

Aim of the paper is to present the results of a research experience focused on the setting of a sustainability indicator in presence of risk/uncertainty over time. Firstly, a literature review of the most widespread methodologies for the evaluation of project economic sustainability in a life cycle perspective is presented, extrapolating the most relevant research lines; secondly, a four steps research experience is illustrated. The methodology for calculating a stochastic economic-environmental indicator is proposed, by adopting a stochastic Global Cost approach to solve Life Cycle Cost Analysis (LCCA). The input for the analysis are modeled through Probability Distribution Functions, while the durability of components is modeled through the stochastic approach to the Factor Method.

1. Introduction

Nowadays, the definition of methodologies to support decision-making since the early design stages in the building sector projects is at the center of the scientific debate. A relevant contribution derives from the research germinated by international regulations in energy policies. Specific research lines are founded on Circular Economy and Life Cycle Thinking principles, conceiving the project in its whole life cycle articulated in phases. These last are related to specific evaluation tools.

Specifically, the recent literature deals with the approaches for verifying the economic-environmental-energy sustainability of energy efficient interventions, both in case of new buildings and in case of retrofitting of existing heritage. From the analysis of the literature, three particularly interesting aspects emerge, considered their direct repercussions on the estimative disciplinary research:

- the necessity to model jointly economic-environmental aspects, being conscious that the results of the application of specific tools for their evaluation, when applied separately, are even opposite;

* The authors thank the Referees for the useful comments made. Obviously, the responsibility of the writing and, in particular, of any errors is of the authors.

- the necessity to internalize risk and uncertainty aspects in the evaluation processes, considered as structural elements in the real estate investments related to retrofit interventions on existing heritage or new energy efficient buildings projects;
- the necessity – strictly linked to the previous point – to model lifespans of components/systems/buildings, in terms of Service Life prediction, with a direct effect on the calculation of the (eventual) residual values.

In addition to the literature, the regulatory framework and the international standards on energy policies, specifically the sections about methodologies for supporting decision-making in building projects since the early design stages, generates relevant theoretical and methodological implications on estimative discipline. Particularly, the cost definition is considered a crucial aspect in decisions among technological options.

From these premises, the aim of the paper is to present the results of a research experience focused on the setting of an economic-environmental sustainability indicator when in presence of risk/uncertainty over time.

The paper is articulated in two parts: firstly, the recognition through the literature of the most widespread methodologies for the evaluation of project economic sustainability in a life cycle perspective is presented, extrapolating the most relevant research lines; secondly, a four steps research experience, based on the literature analysis, is illustrated.

In detail, the literature review presented is focused on:

- studies about the conjoint modeling of economic-environmental aspects, through specific quantitative indicators setup. Particularly, the conjoint verification of the economic-environmental-energy sustainability is conducted throughout: 1) the Life Cycle Cost Analysis approach (LCCA, Standard ISO 15686:2008, Buildings and constructed assets – Service-life planning, Part 5: Life Cycle Costing), for economic indicators calculation, on the basis of energy performances and Global Cost calculation (Standard EN 15459:2007 – Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems in building); 2) the Life Cycle Assessment approach (LCA, Standard ISO 14044:2006, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework), for environmental indicators calculation, simplified for the economic analysis (Embodied Energy, Embodied Carbon, dismantling of building systems, recycled materials quantity, wastes production); 3) conjoint applications for synthetic economic-environmental indicators calculation;
- studies about risk and uncertainty treatment, assuming the distinction between risk and uncertainty in relevant costs estimation in terms of Life Cycle Cost Estimates (LCCEs), and risk and uncertainty in LCCA models. Furthermore, distinction is made between deterministic Sensitivity Analysis and quantitative Risk Analysis, assuming LCCA in conjunction with Cost-risk Analysis solved through the probabilistic approach. Focus is posed at the studies about Probability Analysis with LCCA models, assuming the literature on the Probability Distribution Functions definition;

- studies about the treatment of durability of building components, assuming the approach described in ISO 15686:2008, Buildings and constructed assets – Service-life planning, Part 8: Reference Service Life and Service Life estimation, based on the Factor Analysis. Focus is posed at the most advanced studies about the stochastic approach to the Factor Method. Special attention is devoted to the residual value estimation, strictly linked to the Service Life prediction.

Otherwise, the research experience presentation is articulated in four steps:

- application of a “simplified” LCCA. In this first step, an economic-environmental performance index is obtained through the Global Cost calculation. The environmental impacts of each alternative scenario are monetized in terms of energy performance combined with the related costs evaluation. The residual value is not considered, and input data are considered deterministically (risk and uncertainty are not included in the analysis);
- application of a “hybrid” approach to the joint use of LCCA and LCA. In this second step, only the main environmental impacts are monetized and a final synthetic economic-environmental indicator, expressed in economic terms, is calculated through the Global Cost method. The residual values of technological alternative components are considered. Input data are assumed deterministic, while a final (deterministic) Sensitivity Analysis is produced;
- application of LCCA and Risk Analysis in conjoint modality, proposing the Global Cost calculation in probabilistic terms for a stochastic economic-environmental indicator calculation. In this third step the residual value is considered, deterministically, stressing its relation with the Service Life of components/systems. All the other input data are considered affected by risk and uncertainty and treated with Probability Analysis and Monte Carlo Method. The uncertainty related to the residual value is internalized through a deterministic Scenarios Analysis;
- application of LCCA through a stochastic Global Cost calculation, in which all the input data are assumed stochastic. An economic-environmental indicator is proposed acknowledging the results of step III. The focus is posed at experimenting a stochastic approach to model the residual value in terms of Service Life. Risk and uncertainty are internalized through Probability Analysis, in this case modeling uncertainty also over time.

The paper is articulated as follows: section 2 presents the scientific background and a literature review, illustrating the research methodology, the results of the literature analysis and discussing the emerging research lines. Section 3 presents the results of a research experience articulated in four phases, stemming from the scientific background traced before. Section 4 concludes the paper.

2. Scientific background and literature review

In this section, a survey on the state-of-the-art of the studies about sustainability evaluation of building projects’ life cycle is proposed. As the topic involves

several research communities and requires the analysis of a large amounts of information from different fields, the work starts from a literature review covering several scientific areas as Architecture, Engineering, Economics and Mathematics. The aim is to guarantee a proper mapping of the different areas of knowledge involved in the economic and environmental sustainability evaluation of a building project, and eventually to highlight the gap among these different research contexts.

Furthermore, through the literature review the consolidated or emerging research lines are identified, focusing at the methodologies upon which recent experimentations have been conducted (or, at the time being, are on progress).

The literature review develops as follows.

2.1 Sources selection criteria and classification of publications

The literature research presented here is the result of an inclusive investigation of building sector articles in the most important open-source databases, as Scopus, Web of Science and Google Scholar. The aim of this study drives the choice of the keywords used in the databases: 'life cycle cost', 'life cycle assessment', 'risk analysis', 'building' and 'construction' in different combinations.

The collection and selection process gives origin to a list of 145 references, which can be considered as relevant publications in the international scientific context.

The publications obtained by the research in the open-access databases are classified according to five main criteria:

- 1) year of publication;
- 2) geographical area of the analysis;
- 3) type of publication;
- 4) application context;
- 5) scientific disciplinary sector of the research.

Each criterion is then divided in sub-criteria: the analysis on the sub-criteria, through elementary statistical indicators illustrated in section 2.2, allows to develop considerations on data and provides a first indication about the international research addresses, specifically about the LCCA and its applications.

The year of publication is the first aspect analysed in each reference. As the topic is quite new and continuously updating with the recent advancements in each research area involved, the publications are concentrated from the 1990s up today (the search was performed up to September 2018). This period of analysis is then divided in three phases, on the basis of the regulatory framework strictly linked (and in most cases preliminary) to the literature production. The definition of the Standards ISO 14040:1998, ISO 14041:1999, ISO 14042:2000 and ISO 14043:2000 about the environmental analysis through LCA approach, has greatly influenced the construction sector, so that European Union, after the publication of the CEN/TC 350 - Sustainability of Construction Works, issued the Directives 2002/91/EC and 2010/31/EU on the Energy Performance of Buildings. More recently, on 19

June 2018 the Directive (2018/844/EU) amending the Energy Performance of Buildings Directive is published. These requirements try to achieve the cost-optimal balance between the investments involved and the energy costs saved throughout the lifecycle of the building.

Thus, the period of the analysis is divided in: 1) researches carried out up to 2000, before the LCA standardization; 2) researches carried out between 2001-2010, during the years of implementation of LCA analysis (by the ISO 14044:2006) and the emanation of the Directive 2002/91/EC on Energy Performance of Buildings; 3) researches carried out from 2011 up today, after the emanation of the Directive 2010/31/EU-EPBD recast.

The geographical area of publication is defined taking into account the country and the continent of the first Author's affiliation. Considering these aspects, it is possible to identify the main researches concerned with the topics analysed in this paper, highlighting the relationship with the international norms framework.

It is also important to define the type of publication, distinguishing on one side the studies under the attention of the scientific communities and, on the other one, the issues considered also by local government authorities (the second case would be desirable). Particularly, five categories of product are identified: 1) book; 2) book's chapter; 3) article; 4) conference proceeding; 5) technical report.

Afterwards, each study is deeper analysed in order to define its content characteristics and then divided according to the application context and to the scientific disciplinary sector of the research.

Analysing the collected documents two main research lines about LCC Analysis are identified. The greater attention to environmental problems has meant that during the years the research community has tried to develop systems that take into account environmental considerations, developed through LCA approach, and economic considerations developed through LCC Analysis. On the other hand, in the greatest part of applications LCC Analysis is applied deterministically. During the years researchers have suggested to introduce Risk Analysis in conjunction with LCCA to provide a better simulation of future costs related to a building project.

Therefore, three different application contexts are identified: 1) manuscripts about LCCA in general; 2) manuscripts about LCCA in conjunction with environmental analyses, as LCA; 3) manuscripts about LCCA and Risk Analysis to evaluate the relevant factors affected by uncertainty in a building project.

As the object of this paper embraces studies from different fields, as said before, the documents are grouped according to the main scientific sectors of the related research: Architecture, Engineering, Economics and Mathematics. For each scientific area there are different disciplines involved in the economic-environmental sustainability assessment and some of them can be used in more than one application context.

As regards the Architecture sector, the discipline "Real Estate Market Appraisal and Economic Evaluation of Projects" results the mainly involved in the evaluation of the economic feasibility of a building project; it is present in studies both on LCCA and on Risk Analysis. Otherwise, the "Environmental Technology" ap-

appears frequently in manuscripts about the environmental impacts assessment of a project. The Engineering sector presents three different disciplines that can be involved in the evaluation process: “Project Management” can be properly used both in LCCA and Risk Analysis studies, while “Materials Science and Technology” and “Building Physics” are habitually used in studies about environmental issues related to buildings. Finally, the disciplines “Economic Statistics”, from Economics area, and “Probability and Statistics”, from Mathematics area, are frequently applied in studies concerning the Risk Analysis in order to identify and manage the uncertainty characterizing the construction sector.

2.2 Literature analysis

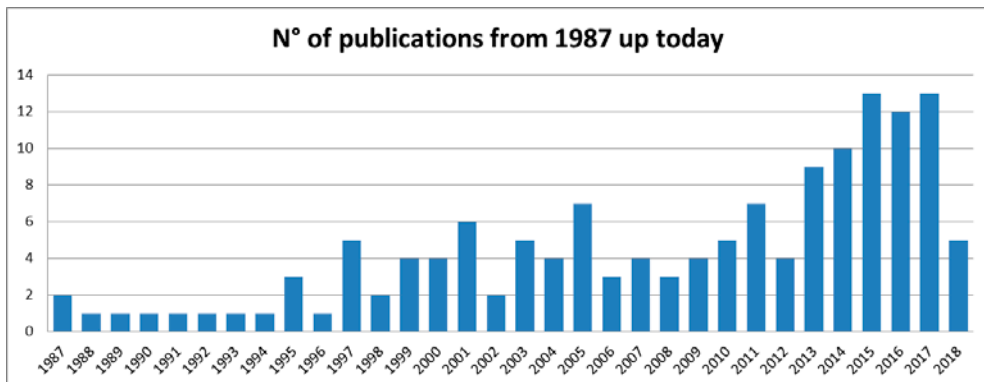
The analysis performed on the data allows to formulate some considerations.

The number of publications about LCC Analysis results continuously growing, in comparison to the first years of its development. Furthermore, it is possible to notice a close connection among the year of publication, the regulatory framework development, the geographical origin of the study and the application context.

During the early years of development of LCCA, researchers seem to focus more on improving the methodological process and particularly to resolve the issue of risks associated to building projects. Therefore, before 2000 the greatest part of articles concerns risk valuation and the different approaches for the identification and quantification of uncertainty related to projects (10%, n=14 on 28 in that period). Centrality is posed on the underestimation or overestimation of the potential consequences which can compromise the future project financing.

In the second decade identified, the studies concerning the application of single LCC Analysis have grown equally as the studies on LCCA in conjunction with Risk Analysis (9%, n=13). The economic analysis through LCCA has driven the methodology to be internationally recognized only in 2008 with the presentation of the Standard UNI EN ISO 15686:2008, Part 5. In parallel to this, the scientific

Figure 1. Production of documents on LCCA from 1987 up today.



community has suggested to introduce risk analysis to provide a better simulation of future costs related to a building project and manage the uncertainty of construction sector.

Otherwise, during this period there is a significant increase in studies concerning LCCA in conjunction with environmental analysis (11%, n=16). As previously stated, the definition of LCA methodology has greatly influenced the construction sector and the scientific community's interest seems to follow the development of the regulatory framework. The LCA methodology is universally recognized only between the end of the 1990s and the beginning of 2000 by the definition of the Standards UNI EN ISO 14040:1998, ISO 14041:1999, ISO 14042:2000, ISO 14043:2000, then modified by ISO 14044:2006, as mentioned before.

Although similar approaches to both methods of assessment are developed in the United States at the end of the 1960s, their regulation definitions and their use in the construction sector have struggled to find their own space for international diffusion. Once the regulatory framework for both methodologies is consolidated, in the decade 2001-2010, LCA and LCC Analyses know significant developments as demonstrated by the scientific production.

The current decade confirms a keen interest by the scientific community and national governments about the economic and environmental assessment of a building's life cycle and it drives the two methods to be used jointly. Today LCC Analysis is the basis for the technological-economic feasibility of a building project and more frequently this approach is used in combination with environmental analysis (23%, n=34).

It is also significant the rediscovered interest about the risk analysis in conjunction with LCCA (16%, n=23) to evaluate the relevant factors subjected to: this is probably due to the recent financial-economic crisis, that strokes hard the building sector because of the major vulnerability of the real estate market.

Analysing the total amount of the literature production for each identified application context, it is possible to notice as the majority of studies concerns LCCA in conjunction with environmental analyses application (Figure 2 – part left): this confirms the keen interest by all scientific communities in trying to manage and reduce environmental impacts caused by the construction sector.

The amount of studies concerning LCCA in conjunction with LCA application and LCCA with Risk Analysis is almost the same, while studies on LCCA in general are fewer. As previously stated, LCCA can be considered a quite consolidated methodology and nowadays most of researchers try to use it in new experimental modalities, for example introducing Risk Analysis. Furthermore, in many studies LCCA is applied deterministically, which is economically questionable: introduce Risk/Uncertain Analysis can provide a better simulation of future costs related to a building project.

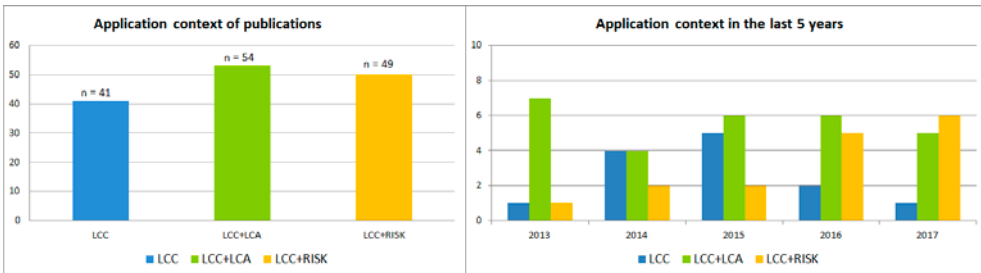
In the last five years the trend of the different application contexts identified in this study confirms the general liability of the period of analysis (Figure 2 – part right).

Even the geographical origin of investigation is related to the regulatory framework. The greatest number of publications concerning the LCC Analysis is pu-

Table 1. Distribution of studies and relative approaches during the three identified periods.

| Periods and approaches | N° of publications | Percentage |
|------------------------|--------------------|------------|
| until 2000 | 28 | 20,00 % |
| <i>LCC</i> | 11 | 8 % |
| <i>LCC+LCA</i> | 3 | 2 % |
| <i>LCC+RISK</i> | 14 | 10 % |
| 2001 - 2010 | 42 | 29,00 % |
| <i>LCC</i> | 13 | 9 % |
| <i>LCC+LCA</i> | 16 | 11 % |
| <i>LCC+RISK</i> | 13 | 9 % |
| 2011 - today | 74 | 51,00 % |
| <i>LCC</i> | 17 | 12 % |
| <i>LCC+LCA</i> | 34 | 23 % |
| <i>LCC+RISK</i> | 23 | 16 % |

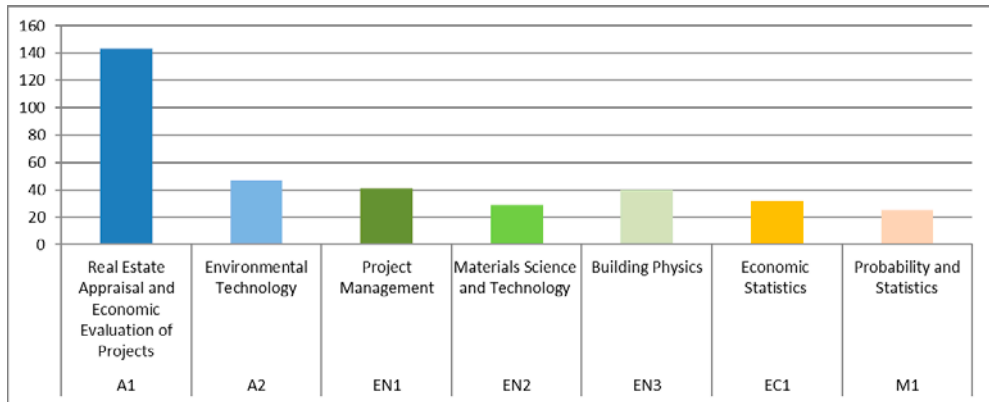
Figure 2. Part left: Total amount of documents on LCCA, LCCA+LCA and LCCA+ Risk Analysis. Part right: Total amount of documents in the last five years by application context.



blished in Europe, followed by America and Asia. The contributions from Oceania and Africa are few.

Analysing Europe and USA, it is possible to notice a great difference in publications amount between these two countries, due to the different consolidation of the approaches: in USA the LCC Analysis seems to be a common procedure that does not deserve further detailed studies, thus it is done in Europe. The EU Commission expressed the intention to applicate LCCA methodology in the building sector solely from the 2000s. In fact, in 2001 the EC has established the Task Group 4 (a specific group within the CEN/TC 350 - Sustainability of Construction Works) in order to prepare a document about the LCCA and about the modalities for integrating it into the European policies framework oriented towards sustainability in the construction sector. Subsequently, in 2006, a document about LCCA common methodology is developed by Davis

Figure 3. Number of publications dealing with the disciplines of each scientific area.



Langdon Management Consulting (Davis Langdon, 2007). The report can be considered a fundamental document for the application of the LCCA in construction sector, thus it has anticipated the emanation of international Standard ISO 15686:2008 - Part 5.

Analysing the type of publication, the higher number of documents collected are scientific articles followed by Conference proceedings and technical reports. As the methodological practice of the simple application of the LCCA can be considered consolidated, researchers aim to publish articles in scientific journals that show virtuous case-studies where LCCA is also applied in an innovative way, for example through the joint use of LCA and Risk Analysis. Moreover, bibliometric literature is widely recognized as a method for the evaluation of research performance of academics and universities, and scientific papers are expected to have a larger impact in the research community.

Coherently with the viewpoint of this work, Architecture is the main area for the scientific production; particularly the discipline Real Estate Market Appraisal and Economic Evaluation of Projects is common to all the manuscripts analysed. Environmental Technology, Project Management and Building Physics are the other disciplines appearing frequently; the high number in the latter field is due to the common application of LCC Analysis in the retrofit analysis of existing buildings, which implies studies in Energetic Engineering. Few are the documents dealing with Economics and Mathematical studies, properly used in paper about risk analysis in conjunction to LCCA.

2.3 Insights and further literature analyses

From the present review it is possible to outline some main research lines on the most widespread methodologies for the evaluation of project economic sustainability in a life cycle perspective: the Life Cycle Thinking approach has strongly influenced the methodologies for the sustainability evaluation of a building

project, in particular the economic and environmental ones. These last are related to specific evaluation tools.

Beside the studies about Life Cycle Costing in general which have developed over the years (as in Flanagan & Norman, 1983; Woodward, 1997; Kishk *et al.*, 2003; Goh & Sun, 2016), in the literature considered for this paper, which is collected in parallel with the research experience exposed in section 3, it is possible to identify two main research lines:

1. studies about a conjoint economic-environmental sustainability evaluation. In particular, it is possible to divide the environmental analyses in three different categories:
 - a. studies with energy analysis assessment, jointly used with LCC analysis;
 - b. studies with output from LCA analysis, jointly used with LCC analysis;
 - c. "hybrid" studies with main environmental impacts from energy analysis and LCA (like EE, EC, waste production, etc.) thus monetized as LCC Analysis input;
2. studies about the LCC analysis, jointly applied with Risk Analysis to manage the uncertainty issues present in the economic evaluation of building projects. Specifically, this topic can be divided in three different categories according to the approach assumed:
 - a. Deterministic approach, such as Sensitivity Analysis, on main cost drivers, aiming at quantifying the effects of potential variations in input data values on the output of the analysis;
 - b. Probability approach on cost-estimate input (for example the cost amount measurements), referred to Life Cycle Cost Estimates (LCCEs), and on setting the model assumptions (such as the financial inputs used and the time assumed for the analysis) referred to Life Cycle Cost Analysis. Focus is posed at the studies about Probability Analysis with LCCA models, deepening the literature on the Probability Distribution Functions definition;
 - c. Probability approach, not only on input cost estimation and on model assumption, but also on the lifespan of components/systems/buildings that can affect the calculation of the residual values. Focus is posed at the Factor Analysis to solve the problem of durability of building components.

As highlighted in section 2.2, nowadays scientific literature mainly deals with the environmental-energy sustainability assessments of construction project, both in case of new buildings and in case of retrofitting of existing heritage. In this studies the main references regulations are ISO 15686-5:2008 and EN 15459:2007 for the Global Cost calculation and Directive 2010/31/EU and ISO 14044:2006 for the environmental analysis. These are selected being particularly relevant according to the estimative viewpoint.

Therefore, LCC Analysis is frequently used in combination with energy requirements analysis by the building, which can be considered the first example of conjoint economic-environmental analysis.

From the documents considered in this review, the application of energy analyses results both on single building components, as Sekhar and Toon (1998)

and Cetiner & Özkan (2005), and on entire buildings as Fregonara *et al.* (2017a), adding to these the respective economic analyses on the basis of efficiency and effective criteria. A summary about the literature on LCA, life cycle energy analysis (LCEA) and LCCA studies carried out for environmental evaluation of buildings can be found in Cabeza *et al.* (2014) and D'Alpaos & Bragolusi (2018).

Furthermore, new multidisciplinary methodologies are developed to take into account environmental output from LCA analysis in LCCA applications. Many researches propose different approaches to link LCA output to LCCA, in order to support the decision making since the design stage, as for example Norris (2001), Ochoa (2002), Gu *et al.* (2008) and Haddad *et al.* (2008)

Analysing the literature, in the last years beside the conjoint use of LCC and LCA other expeditious methods have been developed to evaluate the economic and environmental sustainability of building project. An hybrid line of research try to monetize the main environmental impacts (as Embodied Energy, Embodied Carbon, waste production, etc.) in order to obtain an economic index that encloses all the considerations done in different field of study. Examples of this line can be found in Thiebat (2012) and Fregonara *et al.* (2017b)

Another important part of the scientific literature deals with LCC conjoint with Risk Analysis. The construction sector is subjected to different degrees of uncertainty that makes the deterministic LCC application questionable by many point of view: introducing the Risk Analysis can provide a better simulation of future costs related to a building project. Furthermore, analysing the documents about this topic it is possible to notice that an important part of them concerns the risk assessment techniques (mainly divided in deterministic and probabilistic approaches as state above).

This line of research refers, among the most relevant documents, to ISO 15686-5:2008 and EN 15459:2007 for the Global Cost calculation and to Davis Langdon Report and DOE Guidelines for the treatment of risk and uncertain on cost input variables.

As Marshall (1999) states, the Sensitivity Analysis is one of the most used technique as providing, in quantitative terms, the impacts of the various assumptions on the whole project. However, this technique presents some limits. Thus, over the years, other risk analysis techniques are used for the economic evaluation of a building project.

According to Sun & Chermicheal (2017), nowadays the most used risk assessment techniques are Probability Analysis and Fuzzy Sets Theory, which are mainly applied to cash-flow cost drivers and interest rate.

Over the years studies on Fuzzy Sets Theory have been proposed; this approach is considered by Sobjano (1999) a precious tool for the treatment of uncertainties due to subjective estimates in decision making models and the importance of this technique in the decision making stage is highlighted even in Kishk & Al-Hajj (2000) and Ammar (2013). More recently Ruparathna *et al.* (2017) tried to evaluate the economic sustainability of building energy retrofits using a fuzzy based approach.

However, the Probability Analysis seems more fitting, specifically in contexts characterized by instability and lack of transparency, such as the real estate mar-

ket as explained in Curto & Fregonara (1999). For this reason different probabilistic approaches have been used for the economic analysis of a project, both for retrofit interventions as in Jafari *et al.* (2014) and Di Giuseppe *et al.* (2016) and new constructions as in Ergonul (2006) and Fregonara *et al.* (2018) .

According to the Probability Analysis approach, it is necessary to identify the most relevant variables, to measure their functional forms, and then to isolate and quantify the marginal contribution of each variable. Risk and uncertainty are internalized in the model through stochastic variables selected among the most significant cost items and expressed in terms of “relevant cost drivers”.

The Probability Analysis can be solved through two different approaches: the analytical method and the simulation method. Particularly, the simulation method is used as an alternative to the complexity of the analytical approach and to limit the costs of the analysis; this approach deduces the probability functions using methods founded on random number generation and the output is coherently expressed in terms of Probability Distribution Functions (Maio *et al.* 2000).

In the real estate investments context, the Triangular distribution is most widely used. This simple distribution is particularly suitable when in presence of no observed data but experience allows to define the most probable value associated with a minimum and maximum value. During the years other distribution functions have been used, for example the Beta distribution by Fente *et al.* (1999): however, even if this is interesting by a theoretical point of view, after few studies in 1990's its application has been abandoned in favour of the simpler Triangular distribution, that seldom shows significant differences with the Beta distribution as explained in Chau (1995) and Johnson (1997).

Until now, all the studies analysed consider the input as stochastic variables exception for the lifespan of building components. A further step forward for the Risk Analysis applied to LCC Analysis is to consider the durability of the building and building elements as a stochastic variable, which is the most crucial aspect of the analysis. Indeed in real-life an element Service Life depends on several aspects, as the external conditions, maintenance planning and so on (ISO 15686:2008 – Part 8).

In literature three main different approaches for the Service Life estimation emerge: 1) Deterministic approaches; 2) Probabilistic approaches; and 3) Engineering approaches (Daniotti, 2010 a,b).

Fregonara & Ferrando (2018) introduce uncertainty in input variables (LCCEs) and over lifespan of systems/components/materials by using the stochastic approach to the Factor Method, considered the appropriate choice even by Aarseth & Hovde (1999) and Davies & Wyatt (2005).

Joining all these stages of analysis it is possible to obtain a complete workflow that reflects in the most realistic way the possible behaviour of a building project over time.

Summarizing, in the following Table 2 the collected references are listed in relation to the main approach in them faced.

Table 2. Summary table of references and relative topics.

| Year | Author | Continent | Topic | A1 | A2 | EN1 | EN2 | EN3 | EC1 | M1 |
|------|------------------------|-----------|-----------|----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| 1987 | Bromilow & Pawsey | Oceania | LCC | X | | X | | | | |
| | Flanagan <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | | |
| 1988 | Gustafsson & Karlsson | Europe | LCC | X | X | | X | | | |
| 1989 | Gustafsson & Karlsson | Europe | LCC | X | X | | X | | | |
| 1990 | Novick | America | LCC | X | | X | | | | |
| 1991 | Gustafsson & Karlsson | Europe | LCC | X | X | | | X | | |
| 1992 | AbouRisk & Halpin | America | LCC+ RISK | X | | | | | X | |
| 1993 | Lam | Asia | LCC | X | X | | X | | | |
| 1994 | Warren & Weitz | America | LCC+LCA | X | X | | X | | | |
| 1995 | Chau | Asia | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| | Kirk & Dell'Isola | America | LCC | X | | | | | | |
| | Ward & Chapman | Europe | LCC+ RISK | X | | X | | | | |
| 1996 | Arditi & Messiha | America | LCC | X | | X | | | | |
| 1997 | Akintoye & MacLeod | Europe | LCC+ RISK | X | | X | | | | |
| | Ehlen | America | LCC | X | | | X | | | |
| | Johnson | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| | Mok <i>et al.</i> | Asia | LCC+ RISK | X | | | | | | |
| | Woodward | Europe | LCC | X | | | | | | |
| 1998 | Edwards & Bowen | Oceania | LCC+ RISK | X | | X | | | | |
| | Sekhar & Toon | Asia | LCC+LCA | X | | | | X | | |
| 1999 | Curto & Fregonara | Europe | LCC+ RISK | X | | X | | | X | |
| | Fente <i>et al.</i> | America | LCC+ RISK | X | | X | | | X | X |
| | Marshall | America | LCC+ RISK | X | | | | | | X |
| | Sobanjo | America | LCC+ RISK | X | | X | | | X | X |
| 2000 | Aya <i>et al.</i> | Oceania | LCC+LCA | X | X | | | X | | |
| | Cole & Sterner | America | LCC | X | | | | | | |
| | Kishk & Al-Hajj | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| | Maio <i>et al.</i> | America | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| 2001 | Chapman | Europe | LCC+ RISK | X | | X | | | X | X |
| | Kartam & Kartam | Africa | LCC+ RISK | X | | X | | | X | |
| | Kishk & Al-Hajj | Europe | LCC+ RISK | X | | X | | | X | X |
| | Markeset & Kumar | America | LCC+ RISK | X | | X | | | | |

| Year | Author | Continent | Topic | A1 | A2 | EN1 | EN2 | EN3 | EC1 | M1 |
|------|--|-----------|-----------|----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| | Norris | America | LCC+LCA | X | X | | | | | |
| | Shapiro | America | LCC+LCA | X | X | | | | | |
| 2002 | Di Stefano | Europe | LCC+LCA | X | X | | | | | |
| | Ochoa <i>et al.</i> | America | LCC+LCA | X | X | | | X | | |
| 2003 | Emblemsvåg | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | X | |
| | Kishk <i>et al.</i> | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Salem <i>et al.</i> | America | LCC+ RISK | X | | X | | | X | |
| | Schmidt | Europe | LCC+LCA | X | X | | | X | | |
| | Wong <i>et al.</i> | Asia | LCC | X | | | | X | | |
| 2004 | Boussabaine & Kirkham | Europe | LCC+ RISK | X | | X | | | X | |
| | Gluch & Baumann | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Kishk | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| | Leigh & Won | Asia | LCC | X | | | | | | |
| 2005 | Arpke & Hutzler | America | LCC+LCA | X | X | | | X | | |
| | Cetiner & Ozkan | Europe | LCC+LCA | X | | | | X | | |
| | Christensen <i>et al.</i> | America | LCC | X | | X | | | | |
| | Ergonul | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Kapp & Grimsheid | Europe | LCC+ RISK | X | | X | | | | |
| | Steen | Europe | LCC+LCA | X | X | | | | | |
| 2006 | Ergonul | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | | X |
| | Wiguna & Scott | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | | X |
| | Zou <i>et al.</i> | Oceania | LCC+ RISK | X | | X | | | | |
| 2007 | Davis Langdon Management Consulting | Europe | LCC | X | | X | | | | |
| | Ellingham & Fawcett | Europe | LCC | X | | X | | | | |
| | Nilsson & Bertling | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Schade | Europe | LCC | X | | X | | | | |
| 2008 | Haddad <i>et al.</i> | America | LCC+LCA | X | X | | | | | |
| | Kendall <i>et al.</i> | America | LCC+LCA | X | X | | X | | | |
| | Lijing <i>et al.</i> | Asia | LCC+LCA | X | X | | | | | |
| 2009 | Arja <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | X | | | | |
| | ARUP group | Asia | LCC+LCA | X | X | | | | | |
| | Guoguo | Europe | LCC+LCA | X | X | | | X | | |
| | Ouyang <i>et al.</i> | Asia | LCC | X | | | | X | | |

| Year | Author | Continent | Topic | A1 | A2 | EN1 | EN2 | EN3 | EC1 | M1 |
|------|--|-----------|-----------|----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| 2010 | Dattilo <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | X | | | | |
| | Kneifel | America | LCC+LCA | X | X | | X | | | |
| | König <i>et al.</i> | Europe | LCC | X | | X | | | | |
| | Padgett <i>et al.</i> | America | LCC | X | | | | | X | |
| | Thiebat | Europe | LCC+LCA | X | X | | | | X | |
| 2011 | Frangopol | America | LCC+ RISK | X | | X | | | | |
| | Hochschorner & Noring | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Kim <i>et al.</i> | Asia | LCC+LCA | X | X | | X | X | | |
| | Mahliaa <i>et al.</i> | Asia | LCC | X | | | | | X | |
| | Marszal & Heiselberg | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Menassa | America | LCC+ RISK | X | | | X | X | X | |
| | Uygunoğlu & Keçebaş | Europe | LCC | X | | | X | | | |
| 2012 | Hang <i>et al.</i> | America | LCC+LCA | X | X | | X | X | | |
| | Ihm & Krarti | Africa | LCC+LCA | X | X | | X | | | |
| | Thiebat | Europe | LCC+LCA | X | X | | X | | | |
| | Wang <i>et al.</i> | Asia | LCC+ RISK | X | | X | | | X | X |
| 2013 | Addis | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Ammar <i>et al.</i> | America | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| | Capital Projects Advisory Review Board | America | LCC+LCA | X | | | X | | | |
| | De Angelis <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | | X | X | | |
| | Fregonara <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | | X | X | | |
| | Grillo <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | | | X | | |
| | Heijungs <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | | X | | | |
| | Ristimäki <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | | | X | X | | |
| | Scala | Europe | LCC+LCA | X | X | | | X | | |
| 2014 | Bull <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | | X | X | | |
| | Cabeza <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | | | X | | |
| | Da Silva Pereira <i>et al.</i> | America | LCC+ RISK | X | | X | X | | X | X |
| | De Jong & Arkesteijn | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Department of Energy (DOE) | America | LCC | X | | | | | | |
| | Fabbri <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | X | X | X | | |
| | Han <i>et al.</i> | America | LCC | X | | | | | | |
| | Heralova | Europe | LCC | X | | X | | | | |

| Year | Author | Continent | Topic | A1 | A2 | EN1 | EN2 | EN3 | EC1 | M1 |
|------|-----------------------------|-----------|------------|----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| | Jafari <i>et al.</i> | America | LCC+ RISK | X | | X | | X | X | X |
| | Menconi & Grohmann | Europe | LCC+LCA | X | X | | X | X | | |
| | Van Gelder <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | X | X | X |
| 2015 | Almeida <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | | X |
| | Banar & Özdemir | Europe | LCC+LCA | X | | X | X | | | |
| | Becchio <i>et al.</i> | Europe | LCC + RISK | X | | | | X | | |
| | Ferreira <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | X | | X | | |
| | Galle <i>et al.</i> | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Islam <i>et al.</i> | Oceania | LCC+LCA | X | X | | X | | | |
| | Islam <i>et al.</i> | Oceania | LCC+LCA | X | X | | | X | | |
| | Kovacic & Zoller | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Krarti & Deneuville | America | LCC | X | | | | X | | |
| | Liu <i>et al.</i> | America | LCC+LCA | X | | | X | | | |
| | Tabrizi & Sanguinetti | America | LCC | X | | X | | X | | |
| | Wang & Holmberg | Europe | LCC+LCA | X | X | X | | X | | |
| | Witt <i>et al.</i> | Europe | LCC | X | | | | | | |
| 2016 | Almedia & De Freitas | Europe | LCC | X | | | | | | |
| | Becchio <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | X | | |
| | Di Giuseppe <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| | Fregonara <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | X | | X | | |
| | Goh & Sun | Asia | LCC | X | | | | | | |
| | Gundes | Europe | LCC+LCA | X | X | | | | | |
| | Ilg <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| | Liu <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | | | | | | | |
| | Mistry <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | | X | | | |
| | Oduyemi <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | | X |
| | Plebankiewicz <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| | Rosato <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| | Thiebat | Europe | LCC+LCA | X | X | X | | | | |
| 2017 | Daneshkhah <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | X | | | X | |
| | Del Giudice <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | | | | X | | |
| | Di Giuseppe <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | X | X | |
| | Di Giuseppe <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | | | X | | |
| | Fregonara | Europe | LCC+LCA | X | | | | X | | |
| | Fregonara <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | | | | X | | |

| Year | Author | Continent | Topic | A1 | A2 | EN1 | EN2 | EN3 | EC1 | M1 |
|------|--------------------------|-----------|-----------|----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| | Fregonara <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | | | | | |
| | Ilg <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | | X | | | | |
| | Menendez & Gharaibeh | America | LCC+ RISK | X | | X | X | | X | |
| | Pandey & van der Weide | America | LCC | X | | X | | | | |
| | Ruparathna <i>et al.</i> | America | LCC+ RISK | X | | X | | | X | |
| | Udawattha & Halwatura | Asia | LCC+EE | X | X | | X | | | |
| 2018 | D'Alpaos & Bragolusi | Europe | LCC+LCA | X | | | | X | | |
| | Fregonara & Ferrando | Europe | LCC+ RISK | X | | | | | X | X |
| | Fregonara <i>et al.</i> | Europe | LCC+ RISK | X | X | | | | X | X |
| | Milić <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | | | X | | |
| | Sun & Carmicheal | Oceania | LCC+ RISK | X | | | | | X | |
| | Tajani <i>et al.</i> | Europe | LCC+LCA | X | X | | | X | | |

3. Research experience

Coherently with the research lines highlighted in section 2, this section points out a four-phases research experience founded on the scientific background illustrated above. The main scientific sectors are considered, as well as the interdisciplinary viewpoint stressed before.

The four steps, which are deeply illustrated in related articles produced in the period 2016-2018, are summarized as follows.

Phase I

The first research phase is presented presented by Fregonara *et al.* (2017b). In this study, a simplified LCCA is applied for the retrofit of a two-storey family residential building in order to identify the optimal scenario among a set of different technological solutions, aimed at reducing the energy requirements for the building. The simplified LCC is applied through a two-phase approach:

1. energy evaluation, based on the definition of energy efficiency solutions and the definition of different scenarios obtained through different combinations of technological solutions. For each scenario the primary energy consumptions are calculated;
2. economic evaluation, based on the calculation of the Global Cost and economic performance indexes (through a 'simplified' Life Cycle Costing approach) for each scenario identified, followed by the identification of the most viable solution from both energy and economic viewpoint.

The Standard ISO 15686-5:2008 mentioned before is used as the methodological reference for the LCCA approach. The Global Cost concept is the basis of

LCCA, as defined in the Standard EN 15459:2007 and in the Guidelines accompanying Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012, following the Directive 2010/31/EU – EPBD recast. Assuming the “global cost method”, the initial investment and the sum of annual and disposal costs are considered. The residual value of the components, with a life-cycle longer than the building lifetime, would be deducted, as shown in Equation (1):

$$C_G(\tau) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad (1)$$

where: $C_G(\tau)$ = global cost (referred to starting year τ_0); C_I = initial investment costs; $C_{a,i}(j)$ = annual cost during year i of component j , including annual running costs (energy costs, operational costs, maintenance costs) and periodic replacement costs; $R_d(i)$ = discount rate during year i ; $V_{f,\tau}(j)$ = residual value of the component j at the end of the calculation period, referred to the starting year.

Running costs are considered for the whole calculation period, which appropriate calculation is a very delicate step. Usually, the calculation period is determined with regard to the estimated life-cycle of a building and its technological components, accounting for the guidelines provided in the Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 concerning the time period for the calculation, and the values set in European Standard EN 15459:2007 (Annex A) concerning the lifetime of the elements of the building envelope and systems.

The costs over the calculation period are discounted, through the discount factor R_d as in the following Equation (2):

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + \frac{r}{100}} \right)^p \quad (2)$$

where: p is the number of years starting from the initial time, r is the real discount rate, defined according to the country in which the analysis is conducted.

In this first study, a ‘simplified’ Global Cost calculation is performed, according to the following assumptions: the initial investment costs are related to heating, cooling, electric lighting and DHW systems, referred to specific technologies; the relevant costs are represented by operational costs and maintenance costs; the residual value of asset or materials or components and disposal costs, as said, are not considered. Thus, the LCCA is resolved through the Equation (3):

$$LCC = C_I + \sum_{t=0}^N \frac{C_o + C_m}{(1+r)^t} \quad (3)$$

where: LCC is the Life Cycle Cost; C_I the investment costs; C_o the operational and energy costs, C_m the maintenance costs; t the year in which the cost occurred and

N the number of years of the entire period considered for the analysis; r the discount rate.

Knowing data on the energy performance of the building, referred to a set of technological scenarios with different costs and performances, through LCCA the most viable alternative in economic and in energy performance terms is selected.

The economic indicator Net Present Value (NPV) is calculated for every scenario, with respect to the starting year τ_0 . Furthermore, other economic indicators – Net Savings (NS), Simple Pay-Back Period (SPB), Discounted Pay-Back Period (DPB), Saving to Investment Ratio (SIR), Adjusted Internal Rate of Return (AIRR), are calculated for the alternative scenarios, compared to the “base case” 0.

Summing up, in this first experience:

- the environmental analysis, through the energy efficiency, is combined with the related costs evaluation, representing a first step in the construction of an environmental-economic performance index;
- the residual value is not considered;
- the input data are considered deterministically. Risk and uncertainty are not included in the analysis.

Phase II:

In this step the conjoint use of environmental and economic analysis is experimented, as illustrated in Buildings (Fregonara *et al.*, 2017c). In this study a “synthetic economic-environmental indicator” is proposed, in order to support the decision making between two alternative technological solutions (i.e. a window system with timber and aluminum frame) in a new office building. The analysis takes into account both economic and environmental impacts through a three-steps workflow:

1. Step 1 - Environmental Indicators within LCA and LCT: calculation of environmental indicators through LCA analysis. For each technological options specific environmental parameters are required, such as Embodied Energy (EE), Embodied Carbon (EC), Level of Disassembly (LD), Recycled Materials index (RM) and wastes production;
2. Step 2 - Economic Indicators with LCC Analysis: LCCA application, performed considering firstly, the residual value of the two alternative technological components (supposed with equal energy performance) at the end of the analyzed period, and, secondly, each input data (i.e. cost drivers, financial parameters and time) is treated deterministically;
3. Step 3 - Economic-Environmental Synthetic Indicator: calculation of a synthetic economic-environmental indicator, through the monetization of environmental indicators into economic parameters in order to define the best technological solution.

Notice that the methodology proposed in this study can be considered a “hybrid” approach to the joint use of LCCA and LCA analysis. In fact, only the

main environmental impacts are monetized and the results are expressed in economic terms.

In the study, the NPV is calculated allowing to consider the cost items referred to the different life cycle stages, including the end-of-life stage. The eventual residual values of each component can be included. Focus is posed at the end of life stage, considering the dismantling costs and disposal costs as relevant cost items. Furthermore, it is considered the same energy performance for each design option, in order to emphasize the building components maintenance and the end of life stage. Therefore, the LCC approach is resolved according to Equation (4):

$$C_G = C_I + \sum (C_m + C_r)/(1+r)^t + (C_{dm} + C_{dp} - V_r)/(1+r)^N \quad (4)$$

where: C_G is the Life Cycle Cost; C_I the investment costs; C_m the maintenance cost, C_r the replacement cost; C_{dm} the dismantling cost and C_{dp} the disposal cost; V_r the residual value; t the year in which the cost occurred and N the number of years of the entire period considered for the analysis; r the discount rate.

As said before, a synthetic economic-environmental indicator is proposed, calculated through the Global Cost method and expressed in monetary terms, able to represent environmental and economic impacts previously calculated through LCA and LCCA. In detail, a set of environmental indices are monetized: dismantling connections performance, quantity of recycled materials, waste produced. All these costs items are summed to Global Cost, as in the following equation:

$$C_{GEnEc} = C_I + C_{EE} + C_{EC} + \sum (C_m + C_r)/(1+r)^t + (C_{dm} + C_{dp} - V_r)/(1+r)^N \quad (5)$$

where: C_{GEnEc} is the Life Cycle Cost including environmental and economic indicators; C_I the investment costs; C_{EE} the costs related to Embodied Energy; C_{EC} the costs related to the Embodied Carbon; C_m the maintenance cost, C_r the replacement cost; C_{dm} the dismantling cost and C_{dp} the disposal cost; V_r the residual value; t the year in which the cost occurred and N the number of years of the entire period considered for the analysis; r the discount rate.

Concludes the study a deterministic Sensitivity Analysis application, aiming at quantifying the effects of potential variations in input data values on the output of the analysis (on the Global Cost): specifically, uncertainty is related to the environmental impacts (EE and EC), to the discount rate, and finally to residual value, dismantling costs and disposal costs.

Summing up, in the second phase of the research experience:

- through the application of a simplified conjoint LCCA and LCA approach, a synthetic economic-environmental indicator expressed in economic terms, is calculated, by means of the Global Cost method and including the EE and EC expressed in monetary terms;
- the residual value is calculated;
- the analysis is conducted assuming deterministic input data. A final deterministic Sensitivity Analysis is produced.

Phase III:

Focusing the attention on the economic aspects of these research, the third step can be retraced in the experience published on Sustainability (Fregonara *et al.*, 2018a). This study is based on the model illustrated in Phase II, but developed on a probabilistic basis, aiming at the calculation of a stochastic economic-environmental index. It requires the conjoint use of LCCA and Risk Analysis, distinguishing between:

1. Life-Cycle Cost Estimates (LCCEs), referred to the uncertainty in the application of cost-estimating procedures due, for example, to the uncertainty in cost amount measurements;
2. Life-Cycle Cost Analysis (LCCA), referred to the uncertain components that could affect the application of the model, for example, the time horizon for the analysis, the financial inputs, and so forth.

In this study, the application of LCCA in conjunction with Risk Analysis is solved with the Probability Analysis, in turn solved through the Monte Carlo Method. The Probability Analysis seems more fitting, specifically in contexts characterized by instability and transparency, such as the real estate market. The variables are considered as random elements subjected to the uncertainty of economic systems and the flexibility of decision-makers involved in the building process.

Cost items related to the environmental impacts (monetized) are summed to Global Cost, as in Equation (6):

$$C_{\text{GENEc}} = C_1 + C_{\text{EE}} + C_{\text{EC}} + \sum (C_m + C_r)/(1 + r)^t + (C_{\text{dm}} + C_{\text{dp}} - V_r)/(1 + r)^N \quad (6)$$

where C_{GENEc} is the life-cycle cost including environmental and economic indicators; C_1 is the investment costs; C_{EE} is the costs related to Embodied Energy; C_{EC} is the costs related to Embodied Carbon; C_m is the maintenance cost; C_r is the replacement cost; C_{dm} is the dismantling cost; C_{dp} is the disposal cost; V_r is the residual value; t is the year in which the cost occurred; N is the number of years of the entire period considered for the analysis; r is the discount rate.

The residual value V_r in this study is represented by the difference between the entire period of the analysis and the specific Service Life of components considered. The residual value is considered as a deterministic input, and, through an empirical modality, three different lifespan scenarios are defined, representing the possible temporal variability of the components. Thus, three different residual values are obtained.

In order to identify the change of an estimated cost when an assumption changes, a deterministic sensitivity analysis is carried out, for assessing the outcomes in global cost calculations for the considered solutions. The sensitivity of outcomes to the variability in the economic input parameters is quantified, specifically related to: the end-of-life stage (residual value, dismantling costs, and disposal costs), the environmental impacts (Embodied Energy and Embodied Carbon), and the discount rate.

In order to exceed the limits of the deterministic Sensitivity Analysis, which follows an empirical approach based on the variation of one input at a time and, frequently, affected by subjectivity in defining alternative scenarios, a formal quantitative risk analysis resolved through the Probability Analysis approach is proposed.

This implies the preliminary identification of the relevant cost drivers or critical input variables, expressed through stochastic variables in the evaluation of economic–financial and energy–environmental sustainability. The model output is calculated in terms of stochastic global cost (as in Equation 7) and through the relative probability distribution:

$$\hat{C}_{\text{GenEC}} = \hat{C}_I + \hat{C}_{\text{EE}} + \hat{C}_{\text{EC}} + \sum(\hat{C}_m + \hat{C}_r) / (1 + \hat{r}) + \hat{C}_{\text{dm}} + \hat{C}_{\text{dp}} - V_r / (1 + \hat{r})^N \quad (7)$$

where \hat{C}_{GenEC} is the Life-Cycle Cost including environmental and economic indicators expressed in stochastic terms; \hat{C}_I is the stochastic investment costs; \hat{C}_{EE} is the stochastic costs related to Embodied Energy; \hat{C}_{EC} is the stochastic costs related to the Embodied Carbon; \hat{C}_m is the stochastic maintenance cost, \hat{C}_r is the stochastic replacement cost; \hat{C}_{dm} is the stochastic dismantling cost and \hat{C}_{dp} is the stochastic disposal cost; V_r is the residual value; t is the year in which the cost occurred; N is the number of years of the entire period considered for the analysis; and \hat{r} the stochastic discount rate.

Notice that the term V_r in this simulation, is expressed as a deterministic input. An empirical modality is predisposed by setting three alternative scenarios with three different associated Service Lives, assuming that the different lifespans give origin to three different residual values; meanwhile, these allow to model the temporal variability of the components.

Furthermore, notice that the components are supposed with the same energy performance, in order to select the preferable alternative from a sustainability viewpoint. The EE and the EC that the realization implies are considered, in relation to both the service life of the components (as maintenance costs and replacement costs), and to the end-of-life phase. Therefore, the focus is not on the energy performances of the components but on the characteristics of the constructive/executing process, including the environmental impacts in the realization phase (construction) and in the management phase (use–maintenance–adaptation).

Thus, in the third research phase:

- the Global Cost model presented in step II is proposed in probabilistic terms, by the conjoint application of LCCA and Risk Analysis, aimed at calculating a stochastic economic-environmental indicator;
- the residual value is considered, stressing its relation with the Service Life of components/systems;
- risk and uncertainty are considered in each input data, exception for the residual value. The uncertainty related to the residual value is considered, and solved through a deterministic Scenarios Analysis.

Phase IV:

The last step of this research experience is illustrated by Fregonara *et al.* (2018b). In this study uncertainty in input variables (LCCEs) and over time is introduced, paying special attention towards uncertainty in durability of systems/components/materials.

The work proposes a methodological approach aimed at modelling lifespans as stochastic input variables, by using the stochastic approach to the Factor Method. This last is considered as an advanced modality based on the simple Factor Method, presented in the ISO 15686:2008 – Part 8 for estimating the Service Life of a building component. The Estimated Service Life is calculated by multiplying its Reference Service Life by a set of factors that can potentially influence the durability, related to specific conditions. The values of the factors are not quantified on the basis of laboratory experiments on specific components, but on hypothesis based on data deduced by the literature.

Subsequently a set of sub-factors related to each factor is individuated, on the basis of the literature on topic; the specific sub-factors are linearly combined among them for representing the synthetic factors, as indicated by literature. In this fourth work, a simplified solution is adopted by assuming hypothesis on the factors' entity, in relation to qualitative considerations (about use conditions, use environment, component quality). All factors are considered as stochastic input, exception for RSL (point data), as in Equation (8):

$$\widehat{ESL} = RSL * \hat{A} * \hat{B} * \hat{C} * \hat{D} * \hat{E} * \hat{F} * \hat{G} \quad (8)$$

where \widehat{ESL} represents the stochastic Estimated Service Life of a component, RSL represents the Reference Service Life, \hat{A} represents stochastically the quality of materials and components, \hat{B} represents stochastically the design level, \hat{C} represents stochastically the work execution level, \hat{D} represents stochastically the indoor environment conditions, \hat{E} represents in stochastic terms the outdoor environment conditions, \hat{F} stochastically the in-use conditions, \hat{G} represents stochastically the maintenance level.

The stochastic ESL calculation permits to rewrite the Equation (7) as follows (Equation 9):

$$\hat{c}_{GENEC} = \hat{c}_I + \hat{c}_{EE} + \hat{c}_{EC} + \sum(\hat{c}_m + \hat{c}_r) / (1 + \hat{r})^t + (\hat{c}_{dm} + \hat{c}_{dp} - \hat{V}_r) / (1 + \hat{r})^N \quad (9)$$

where \hat{c}_{GENEC} is the Life-Cycle Cost, including environmental and economic indicators expressed in stochastic terms; \hat{c}_I is the stochastic investment costs; \hat{c}_{EE} is the stochastic costs related to Embodied Energy; \hat{c}_{EC} is the stochastic costs related to the Embodied Carbon; \hat{c}_m is the stochastic maintenance cost, \hat{c}_r is the stochastic replacement cost; \hat{c}_{dm} is the stochastic dismantling cost; \hat{c}_{dp} is the stochastic disposal cost; \hat{V}_r is the stochastic residual value; t is the year in which the cost occurred; N is the number of years of the entire period considered for the analysis; and \hat{r} is the stochastic discount rate.

The residual value is considered in this last step as a stochastic input, being obtained through the stochastic ESL calculation.

To resolve Equation (10) the same steps adopted in the previous work are proposed; differently, the stochastic residual value \hat{V}_r is calculated by applying the stochastic FM. Summarizing, the steps of the analysis performed are the following:

- a) Estimated Service Life determination through stochastic approach to the Factor Method. This step, in turn, consists in the following passages: 1) Reference Service Life assumption, in which the RSL of component is defined (estimates based on empirical laboratory tests, developed by the manufacturers); 2) Individuation of the Factors for FM application, on the basis of the literature on topic and on hypothesis based on data deduced by the literature; hypothesis for Factor values determination and individuation of alternative scenarios; 3) individuation of the distribution type and PDFs calculation through Monte Carlo Method; 4) Stochastic Estimated Service life calculation, through Monte Carlo Method, on the basis of the stochastic Factors defined above; 5) best fit distribution calculation to obtain a PDF related to the \hat{S} (the preferable distribution function deduced by a ranking of distributions based on the results of statistic measures calculations);
- b) introduction of Stochastic Service Lives in LCCA, as input data. Passage 6) Recalculation of the results of LCCA using the PDF of the \hat{S} as input data for the resolution of the Equation (10);
- c) calculation of LCCA results and final considerations. Passage 7) definition of the best fitting distribution function for the output values calculated in the previous passage and results interpretation.

Thus, in the fourth phase of the research experience:

- for the calculation of the economic-environmental indicator the Global Cost model defined in step III is assumed;
- the residual value is the central aspect of the study: it is considered in relation to the Service Lives of components, and it is treated according to the Factor Method assuming the set of factors able to influence the durability of the components themselves;
- risk and uncertainty are extended to all the terms of the Global Cost, including the residual value: uncertainty in residual value is transposed in uncertainty in Service Lives (durability of components), and a stochastic approach to the Factor Method is proposed to model it in LCCA, in stochastic terms.

5. Conclusions

This work offers insights into the state of knowledge on application of LCC Analysis for the economic sustainability evaluation of building projects, and reports how this topic is being explored globally.

The review shows that the issues related are under a growing interest of research communities with an increasing production of scientific papers. The most

recent and emerging research lines are addressed towards the integrations of economic and environmental analysis, by applying jointly LCCA and LCA for economic and environmental sustainability respectively. Modeling environmental and economic analyses is possible but often they lead to opposite results: the best environmental solution does not always correspond to the best economic one. For this reason, a joint analysis is suggestable. A “global” performance indicator, able to synthesize simultaneously the multiple dimension of sustainability is a first relevant aspect investigated by researchers. Obviously, a multidisciplinary viewpoint is required, as the multi-sectorial literature production demonstrates.

Besides, the uncertain conditions in the building sector open the necessity to develop approaches able to model risk. Until now, some variables involved in the analyses are treated in stochastic terms, but in many cases related only to input values. This is questionable from many viewpoints; it is impossible to forecast exactly the socio-economic context where the building operations will take place, and what their consequences will be on the project itself, but also the durability of components can perturb significantly the results of the analysis. This implies the effort to introduce uncertainty over time, as the progress of the research is demonstrating that decision-making processes can be sensibly influenced when in presence of alternative technological project scenarios.

References

- Aarseth L.I., Hovde P.J. (1999). *A stochastic approach to the Factor Method for estimating service life*. In Durability of Building Materials and Components 8. In Lacasse M.A. & Vanier, D.J. (Eds.), Institute for Research in Construction, Ottawa, ON, Canada.
- AbouRizk S.M., Halpin D.W. (1992). Statistical Properties of Construction Duration Data. *Journal of Construction Engineering and Management* 118 (3): 525-544.
- Addis M. (2013). Improvement of energy consumption and LCC optimization in a single-family house - Comparison of two cases: Denmark and Italy. Master Thesis, Politecnico di Torino.
- Ahuja H.N., Dozzi S.P., AbouRizk S.M. (1994). *Project Management. Techniques in Planning and Controlling Construction Projects*. John Wiley and Sons (2nd edition). New York, NY, USA.
- Akintoye A.S., MacLeod M.J. (1997). Risk analysis and management in construction. *International Journal of Project Management* 15(1): 31-38.
- Almeida R., Ramos N., Manuel, S. (2015). Towards a methodology to include building energy simulation uncertainty in the Life Cycle Cost analysis of rehabilitation alternatives. *Journal of Building Engineering* 2: 44-51.
- Almeida R., De Freitas V.P. (2016). An insulation thickness optimization methodology for school buildings rehabilitation combining artificial neural networks and life cycle cost. *Journal of Civil Engineering and Management* 22(7): 915-923.
- Ammar M., Zayed T., Moselhi O. (2013). Fuzzy-Based Life-Cycle Cost Model for Decision Making under Subjectivity. *Journal of Construction Engineering and Management* 139: 556-563.
- Arditi D.A., Messiha H.M. (1996). Life-Cycle Costing in Municipal Construction Projects. *Journal of Infrastructure Systems* 2: 5-14.
- Arja M., Sauce G., Souyri B. (2009). External uncertainty factors and LCC: A case study. *Building Research & Information* 37(3): 325-334.
- Arpke A., Hutzler N. (2005). Operational Life-Cycle Assessment and Life-Cycle Cost Analysis for Water Use in Multioccupant Buildings. *Journal of Architectural Engineering* 11(3): 99-109.

- ARUP GROUP (2009). Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Cost (LCC) Tool for Commercial Building Developments in Hong Kong. Hong Kong, China.
- Aya L., Bamford N., Charters B., Robinson J. (2000). Environmentally sustainable development: a life-cycle costing approach for a commercial office building in Melbourne, Australia. *Construction Management and Economics* 18(8): 927-934.
- Banar M., Özdemir A. (2015). An evaluation of railway passenger transport in Turkey using life cycle assessment and life cycle cost methods. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 41: 88-105 .
- Becchio C., Ferrando D.G., Fregonara E., Milani N., Quercia C., Serra V. (2015). The cost-optimal methodology for evaluating the energy retrofit of an ex-industrial building in Turin. *Energy Procedia* 78: 1039-1044.
- Becchio C., Ferrando D.G., Fregonara E., Milani N., Quercia C., Serra V. (2016). The cost-optimal methodology for the energy retrofit of an ex-industrial building located in Northern Italy. *Energy and Buildings* 127: 590-602.
- Bottero M., Bravi M., Mondini G., Talarico A. (2017). Buildings energy performance and real estate market value: An application of the spatial auto regressive (SAR) model. In S. Stanghellini *et al.* (Eds.), *Appraisal: From Theory to Practice. Green Energy and Technology*, Springer, Berlin, Germany .
- Boussabaine A., Kirkham R. (2004). *Whole Life-Cycle Costing: Risk and Risk Responses*; Blackwell Publishing: Oxford, UK.
- Bromilow F.J., Pawsey M.R. (1987). Life cycle cost of university buildings. *Construction Management and Economics* 5(4): 3-22.
- Bull J., Gupta A., Mumovic D., Kimpian J. (2014). Life cycle cost and carbon footprint of energy efficient refurbishments to 20th century UK school buildings. *International Journal of Sustainable Built Environment* 3(1): 1-17.
- Cabeza L.F., Rincón L., Vilarinho V., Pérez G., Castell A. (2014). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29: 394-416.
- Capital Projects Advisory Review Board (2013). *Life Cycle Cost Analysis and Energy Efficiency*. Washington, USA .
- Cetiner I., Özkan E. (2005). An approach for the evaluation of energy and cost efficiency of glass façades. *Energy and Buildings* 37(6): 673-684.
- Chapman R.J. (2001). The Controlling Influences on Effective Risk Identification and Assessment for Construction Design Management. *International Journal of Project Management* 19: 147-160 .
- Chau K.W. (1995). The validity of the triangular distribution assumption in Monte Carlo simulation of construction costs: empirical evidence from Hong Kong. *Construction Management and Economics* 13(1): 15-21.
- Christensen P.N., Sparks G.A., Kostuk K.J. (2005). A method-based survey of life cycle costing literature pertinent to infrastructure design and renewal. *Canadian Journal of Civil Engineering* 32(1): 250-259.
- Cole R.J., Sterner E. (2000). Reconciling theory and practice of life-cycle costing. *Building Research & Information* 28(5/6): 368-375.
- Coscia C., Curto R. (2017) Valorising in the Absence of Public Resources and Weak Markets: The Case of Ivrea, the 20th Century Industrial City. In S. Stanghellini *et al.* (Eds.), *Appraisal: From Theory to Practice. Green Energy and Technology*, Springer, Berlin, Germany.
- Curto R., Fregonara E. (1999). Decision tools for investments in the real estate sector with risk and uncertainty elements. *Jahrbuch für Regionalwissenschaft* 19: 55-85.
- D'Alpaos C., Bragolusi P. (2018). Buildings energy retrofit valuation approaches: state of the art and future perspectives. [Approcci valutativi alla riqualificazione energetica degli edifici: stato dell'arte e futuri sviluppi]. *Valori e Valutazioni* 20: 79-92.
- Da Silva Pereira E.J., Pinho J.T., Galhardo M.A.B., Macêdo W.N. (2014). Methodology of risk analysis by Monte Carlo Method applied to power generation with renewable energy. *Renewable Energy* 69: 347-355.

- Daneshkhah A., Stocks N.G., Jeffrey P. (2017). Probabilistic sensitivity analysis of optimised preventive maintenance strategies for deteriorating infrastructure assets. *Reliability Engineering & System Safety* 163: 33-45.
- Daniotti B., Hans J., Lupica Spagnolo S. (2010a). *An international Service Life Database: the grid definition for an actual implementation of Factor Methods and Service Life prediction*. In: Proceedings of CIB World Congress 2010, Salford Quays, UK.
- Daniotti, B., Paolini R., Lupica Spagnolo, S. (2010b). *La valutazione della Vita Utile in fase di progetto: l'implementazione del metodo fattoriale mediante griglie su base prestazionale*. In: Proceedings of 9th Convegno Nazionale ISTeA, Livorno, Italy.
- Dattilo C., Negro P., Landolfo R. (2010). An Integrated Approach for Sustainability (IAS): Life Cycle Assessment (LCA) as a Supporting Tool for Life Cycle Costing (LCC) and Social Issues. *Sustainable Building Affordable to All*, Technical University of Lisbon, Lisbon, Portugal.
- Davies H., Wyatt D. (2005). *Appropriate use of the ISO 15686-1 factor method for durability and service life prediction*. In: Proceedings of the International Conference On Durability of Building Materials and Components, Lyon, France.
- Davis Langdon Management Consulting (2007). *Life Cycle Costing (LCC) as a Contribution to Sustainable Construction: A Common Methodology—Final Methodology*.
- Davis Langdon Management Consulting (2007). *Life Cycle Costing (LCC) as a Contribution to Sustainable Construction: Guidance on the use of the LCC Methodology and its application in public procurement*.
- De Angelis E. et al. (2013). LCA and LCC based energy optimization of building renovation strategies. In: *Proceeding of SB13 Graz - Sustainable buildings construction products & technologies*. Graz, Austria.
- De Jong P., Arkesteijn M. (2014). Life cycle costs of Dutch school buildings. *Journal of Corporate Real Estate* 16(3): 220-234.
- Del Giudice V., De Paola P., Manganelli B., Forte F. (2017). The monetary valuation of environmental externalities through the analysis of real estate prices. *Sustainability* 9(2) 229.
- Department of Energy - DOE (2014). *Life Cycle Cost Handbook Guidance for Life Cycle Cost Estimate and Life Cycle Cost Analysis*. Department of Energy (DOE): Washington, DC, USA.
- Di Giuseppe E., Iannaccone M., Telloni M., Qualglini E., D'orazio M. (2016). Development of probabilistic methodology for LCC assessment of building retrofit measures. In: *Proceedings of the Colloqui.ATE 2016—Convegno Ar.Tec*. Matera, Italy.
- Di Giuseppe E.; Iannaccone M.; Telloni M.; Di Perna, C. (2017). Probabilistic life cycle costing of existing buildings retrofit interventions towards nZE target: Methodology and application example. *Energy and Buildings* 144: 416-432.
- Di Giuseppe E., Massi A., D'Orazio, M. (2017). Impacts of Uncertainties in Life Cycle Cost Analysis of Buildings Energy Efficiency Measures: Application to a Case Study. *Energy Procedia* 111: 442-451.
- Di Stefano T. (2002). *Valutazione di un insediamento (Ecoparco Industriale) tramite il Life Cycle Costing*. Master Thesis, Politecnico di Torino.
- Edwards P., Bowen P. (1998). Risk and risk management in construction: a review and future directions for research. *Engineering, Construction and Architectural Management* 5(4): 339-349.
- Ehlen M.A. (1997). Life-Cycle Costs of New Construction Materials. *Journal of Infrastructure Systems* 3(4): 129-133.
- Ellingham I., Fawcett W. (2007). *New Generation Whole-Life Costing. Property and construction decision-making under uncertainty*. Taylor & Francis e-Library, Abingdon, UK.
- Emblemsvåg J. (2003). *Life-Cycle Costing: Using Activity-Based Costing and Monte Carlo Methods to Manage Future Costs and Risks*. Wiley: New York, NY, USA.
- Ergonul S. (2005). Economic analysis of a shopping center in seismic zone. *Building and Environment* 40(11): 1526-1532.
- Ergonul S. (2006). A probabilistic approach for economic analysis of a shopping center in seismic zone. *Civil Engineering and Environmental Systems* 23: 57-63.

- European Committee for Standardization (CEN), Standard EN ISO 15459:2007, Energy performance of buildings - Economic evaluation procedure for energy systems in buildings, European Committee for Standardization: Brussels, Belgium, 2007.
- European Committee for Standardization (CEN). Standard EN ISO 15643-2: 2011. Sustainability of Construction Works—Assessment of Buildings—Part 2: Framework for the Assessment of Environmental Performance; European Committee for Standardization: Brussels, Belgium, 2011.
- European Committee for Standardization (CEN). Standard EN ISO 15643-4: 2011. Sustainability of Construction Works—Assessment of Buildings—Part 4: Framework for the Assessment of Economic Performance; European Committee for Standardization: Brussels, Belgium, 2011.
- European Committee for Standardization (CEN). Standard EN ISO 16627: 2015. Sustainability of Construction Works—Assessment of Economic Performance of Buildings—Calculation Methods; European Committee for Standardization: Brussels, Belgium, 2015.
- European Parliament, Guidelines accompanying Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU; European Parliament: Brussels, Belgium, 2012.
- European Parliament. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast); Official Journal of the European Union: Brussels, Belgium, 2010.
- European Parliament. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC e 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC e 2006/32/EC; Official Journal of the European Union: Brussels, Belgium, 2012.
- European Parliament. Directive 2018/844/EU of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency; Official Journal of the European Union: Brussels, Belgium, 2018.
- Fabbi K., Tronchin L., Tarabusi. (2014). Energy Retrofit and Economic Evaluation Priorities Applied at an Italian Case Study. *Energy Procedia* 45: 379-384.
- Fente J., Knutson K., Schexnayder C. (1999). *Defining a beta distribution function for construction simulation*. In: Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference. Phoenix, AZ, USA, 5-8 December 1999.
- Ferreira J., Duarte Pinheiro M., de Brito J. (2015). Economic and environmental savings of structural buildings refurbishment with demolition and reconstruction - A Portuguese benchmarking. *Journal of Building Engineering* 3: 114-126.
- Flanagan R., Norman, G. (1983). *Life Cycle Costing for Construction*. Royal Institution of Chartered Surveyors: London, UK.
- Flanagan R., Kendell A., Norman G., Robinson G.D. (1987). Life cycle costing and risk management. *Construction Management and Economics* 5: 53-71.
- Frangopol D.M. (2011). Life-cycle performance, management, and optimisation of structural systems under uncertainty: accomplishments and challenges. *Structure and Infrastructure Engineering: Maintenance, Management, Life-Cycle Design and Performance* 7(6): 389-413.
- Fregonara E., Curto R., Grosso M., Mellano P., Rolando D., Tulliani J.M. (2013). Environmental Technology, Materials Science, Architectural Design, and Real Estate Market Evaluation: A Multidisciplinary Approach for Energy-Efficient Buildings. *Journal of Urban Technology* 20: 57-80. .
- Fregonara E., Giordano R., Rolando D., Tulliani J.M. (2016). Integrating Environmental and Economic Sustainability in New Building Construction and Retrofits. *Journal of Urban Technology* 23: 3-28.
- Fregonara E. (2017a). Methodologies for supporting sustainability in energy and buildings. The contribution of Project Economic Evaluation. *Energy Procedia* 111: 2-11.
- Fregonara E., Lo Verso V.R.M., Lisa M., Callegari G. (2017b). Retrofit scenarios and economic sustainability. A case-study in the Italian context. *Energy Procedia* 111: 245-255.

- Fregonara E., Giordano R., Ferrando D.G., Pattono S. (2017c). Economic–environmental Indicators to Support Investment Decisions: A Focus on the Buildings’ End-of-Life Stage. *Buildings* 7(3): 65.
- Fregonara E., Ferrando D.G., Pattono S. (2018a). Economic-environmental sustainability in building projects: introducing risk and uncertainty in LCCE and LCCA. *Sustainability* 10(6), 1901.
- Fregonara E., Ferrando D.G. (2018b). How to Model Uncertain Service Life and Durability of Components in Life Cycle Cost Analysis Applications? The Stochastic Approach to the Factor Method. *Sustainability* 10(10): 3642.
- Galbusera M.M., de Brito J., Silva A. (2014). Application of the Factor Method to the prediction of the Service Life of Ceramic External Wall Cladding. *Journal of Performance of Constructed Facilities* 29(3).
- Galle W., Vandenbroucke M.; De Temmerman N. (2015). Life Cycle Costing as an Early Stage Feasibility Analysis: The Adaptable Transformation of Willy Van Der Meer’s Student Residences. *Procedia Economics and Finance* 21: 14-22.
- Gaspar P.L., de Brito J. (2008). Service life estimation of cement-rendered facades. *Building Research & Information* 36(1): 44-55.
- Gluch P., Baumann H. (2004). The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision-making. *Building and Environment* 39(5): 571-580.
- Grillo M.C., Frattari A., Dalprà M. (2013). Industrial Estate retrofitting: selection of sustainable strategies using MCA. In: *Extended Proceeding of Central Europe towards Sustainable Building 2013: Sustainable Building and Refurbishment for Next Generations*. Prague, Czech Republic.
- Goh B.H., Sun Y. (2016). The development of life-cycle costing for buildings. *Building Research & Information* 44: 319-333.
- Gundes S. (2016). The Use of Life Cycle Techniques in the Assessment of Sustainability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 216: 916-922.
- Guoguo L. (2009). *Integration of LCA and LCC for decision making in sustainable building industry*. Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
- Gustafsson S.I., Karlsson B.G. (1988). Why is life cycle costing important when retrofitting buildings. *International Journal of Energy Research* 12: 233-242.
- Gustafsson S.I.; Karlsson B.G. (1989). Life-cycle cost minimization considering retrofits in multi-family residences. *Energy and Buildings* 14, 9-17.
- Gustafsson S.I.; Karlsson B.G. (1991). Window retrofits, interaction and life-cycle costing. *Applied Energy* 39(1): 21-29.
- Haddad S., Alkass S., Haghghat F. (2008). *An Environmental and Economic Total Life Cycle Costing Methodology and Design Support Tool for Buildings*. In: *Proceedings of CIB W055 - W065 Joint International Symposium*, Edinburgh, UK.
- Han G., Srebric J., Enache-Pommer E. (2014). Variability of optimal solutions for building components based on comprehensive life cycle cost analysis. *Energy and Buildings* 79: 223-231.
- Hang Y., Qu M., Zhao F. (2012). Economic and environmental life cycle analysis of solar hot water systems in the United States. *Energy and Buildings* 45: 181-188.
- Hochschorner E., Noring M. (2011). A case study with environmental LCC in the Swedish building and construction sector. In: *Proceeding of 6th World Sustainable Building Conference*, Helsinki, Finland.
- Heijungs R., Settanni E., Guinée J. (2013). Toward a computational structure for life cycle sustainability analysis: unifying LCA and LCC. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 18: 1722-1733.
- Heralova R.S. (2014). Life Cycle Cost Optimization Within Decision Making on Alternative Designs of Public Buildings. *Procedia Engineering* 85: 454-463.
- Hovde P.J., Moser K. (2004). *Performance based methods for Service Life Prediction - State of the Art Reports*. CIB Report, Publication 294, Rotterdam, Netherlands.
- Ihm P., Krarti M. (2012). Design optimization of energy efficient residential buildings in Tunisia. *Building and Environment* 58: 81-90.

- Ilg P., Scope, C., Muench, S., Guenther, E. (2017). Uncertainty in life cycle costing for long-range infrastructure. Part I: leveling the playing field to address uncertainties. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 22(2): 277-292.
- International Organization for Standardization. ISO 15686-1:2000, Building and constructed assets – Service Life planning – Part 1: General principles; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2000.
- International Organization for Standardization. ISO 15686-2:2001, Building and constructed assets – Service Life planning – Part 2: Service Life prediction procedures; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2001.
- International Organization for Standardization. ISO 15686-5:2008, Buildings and Constructed Assets—Service-Life Planning—Part 5: Life Cycle Costing; ISO/TC 59/CS 14; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2008.
- International Organization for Standardization. ISO 15686-7:2006, Building and constructed assets – Service Life planning – Part 7: Performance Evaluation for Feed-back of Service Life data from practice; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2006.
- International Organization for Standardization. ISO 15686-8:2008, Building and constructed assets – Service Life planning Part 8: Reference Service Life and Service Life estimation; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2008.
- International Organization for Standardization. ISO 14044:2006; Environmental Management—Life Cycle Assessment—Principles and Framework; ISO/TC 207/CS 5; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2006.
- Islam H., Jollands M., Setunge S. (2015). Life cycle assessment and life cycle cost implication of residential buildings - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 42 129-140.
- Islam H., Jollands M., Setunge S., Haque N., Bhuiyan M.A. (2015). Life cycle assessment and life cycle cost implications for roofing and floor designs in residential buildings. *Energy and Buildings* 14(1): 250-263.
- Italian Organization for Standardization. UNI 11156-3: 2006, Valutazione della durabilità dei componenti edilizi. Metodo per la valutazione della durata (vita utile); Italian Organization for Standardization (UNI): Milan, Italy, 2006.
- Jafari A., Valentin V., Russell M. (2014). Probabilistic Life cycle Cost Model for Sustainable Housing Retrofit Decision-Making. In: *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*. Orlando, FL, USA.
- Johnson D. (1997). The Triangular Distribution as a Proxy for the Beta Distribution in Risk Analysis. *Journal of the Royal Statistical Society. Series D - The Statistician* 46(3): 387-398.
- Kapp M.J., Girmscheid G. (2005). *Risk based life cycle cost analysis model for comparable life cycle project delivery decision taking*. In: *Proceedings of the 3rd International Structural Engineering and Construction Conference*, Shunan, Japan.
- Kartam N.A., Kartam S.A. (2001). Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective. *International Journal of Project Management* 19(6): 325-335.
- Kendall A.; Keoleian G.A.; Helfand G.E. (2008). Integrated Life-Cycle Assessment and Life-Cycle Cost Analysis Model for Concrete Bridge Deck Applications. *Journal of Infrastructure Systems* 14(3): 214-222.
- Kim Y.D., Cha H.S., Kim K.R., Shin D.W. (2011). Evaluation Method of Green Construction Technologies Using Integrated LCC and LCA Analysis. *Korean Journal of Construction Engineering and Management* 12(3): 91-100.
- Kirk, S.J., Dell'Isola, A.J. (1995). *Life cycle costing for design professionals*. McGraw-Hill, New York, NY, USA.
- Kishk M., Al-hajj A. (2000). A fuzzy model and algorithm to handle subjectivity in life cycle costing based decision-making. *Journal of Financial Management of Property and Construction* 5(1-2): 93-104.
- Kishk M., Al-Hajj A. (2001). An innovative approach to integrating the analysis of uncertainty into life cycle costing. In: *Proceedings of the first international conference of Innovation in Architecture, Engineering and Construction*, Loughborough, UK .

- Kishk M., Al-Hajj A., Pollock R., Aouad G., Bakis N., Sun M. (2003). Whole Life Costing in Construction: A State of the Art Review; RICS Foundation: London, UK.
- Kishk M. (2004). Combining various facets of uncertainty in whole life cost modelling. *Construction Management and Economics* 22(4): 429-435.
- Kneifel J. (2010). Life-cycle carbon and cost analysis of energy efficiency measures in new commercial buildings. *Energy and Buildings* 42(3): 333-340.
- König H., Kohler N., Kreissig J., Lützkendorf T. (2010). *A Life Cycle Approach to Buildings. Principles, Calculations, Design Tools*. Detail Green Books: Regensburg, Germany.
- Kovacic I., Zoller V. (2015). Building life cycle optimization tools for early design phases. *Energy* 92(3-1): 409-419.
- Krarti M., Deneuve A. (2015). Comparative evaluation of optimal energy efficiency designs for French and US office buildings. *Energy and Buildings* 93: 332-344.
- Lam J.C. (1993). Energy-Efficient Measures and Life Cycle Costing of a Residential Building in Hong Kong. *Journal Architectural Science Review* 36: 157-162.
- Leigh S.B., Won J.S. (2004). A Case Study for Design Decisions on Building Service System using LCC Analysis. *Environmental Engineering* 3(1): 77-84.
- Lijing G., Borong L., Yingxin Z., Daojin G., Mingxing H., Jiazi G. (2008). Integrated assessment method for building life cycle environmental and economic performance. *Building Simulation* 1(2): 169-177 .
- Liu R., Smartz B.W., Descheneaux B. (2015). LCCA and environmental LCA for highway pavement selection in Colorado. *International Journal of Sustainable Engineering* 8(2): 102-110.
- Liu L., Rohdin P., Moshfegh B. (2016). LCC assessments and environmental impacts on the energy renovation of a multi-family building from the 1890s. *Energy and Buildings* 133: 823-833.
- Mahlia T.M.I., Abdul Razak H., Nursahida M.A. (2011). Life cycle cost analysis and payback period of lighting retrofit at the University of Malaya. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(2), 1125-1132.
- Maio C., Schexnayder C., Knutson K., Weber S. (2000). Probability distribution function for construction simulation. *Journal of Construction Engineering and Management* 126: 285-292.
- Mangialardo A., Micelli E. (2017). La partecipazione crea valore? Modelli di simulazione per la valorizzazione dal basso del patrimonio immobiliare pubblico. *Valori e Valutazioni* 19: 41-52. .
- Markeset T., Kumar U. (2001). R&M and Risk-Analysis Tools in Product Design, to Reduce Life-Cycle Cost and Improve Attractiveness. In: Proceedings annual reliability and maintainability Symposium. Philadelphia, PA, USA.
- Marshall, H.E. (1999). *Sensitivity Analysis*. Dorf, R.C. (Eds), Technology Management Handbook; CRC Press: New York, NY, USA.
- Marszal A.J., Heiselberg P. (2011). Life cycle cost analysis of a multi-storey residential Net Zero Energy Building in Denmark. *Energy* 36(9): 5600-5609.
- Menassa C.C. (2011). Evaluating sustainable retrofits in existing buildings under uncertainty. *Energy and Buildings* 43(12): 3576-3583.
- Menconi M.E., Grohmann D. (2014). Model integrated of life-cycle costing and dynamic thermal simulation (MILD) to evaluate roof insulation materials for existing livestock buildings. *Energy and Buildings* 81: 48-58.
- Menendez J.R.; Gharaibeh N.G. (2017). Incorporating Risk and Uncertainty into Infrastructure Asset Management Plans for Pavement Networks. *Journal of Infrastructure Systems* 23(4) .
- Milić V., Ekelöwa K., Moshfegh B. (2018). On the performance of LCC optimization software OPERA-MILP by comparison with building energy simulation software IDA ICE. *Building and Environment* 128: 305-319.
- Mistry M., Koffler C., Wong S. (2016). LCA and LCC of the world's longest pier: a case study on nickel-containing stainless steel rebar. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 21(11): 1637-1644.
- Mok C.K., Rao Tummala V.M. (1997). Leung, H.M. Practices, barriers and benefits of risk management process in building services cost estimation. *Construction Management and Economics* 15: 161-175.

- Moser K., Edvardsen C. (2002). *Engineering Design Methods for Service Life Prediction*. In: Proceedings of the 9th International Conference on the Durability of Building Materials and Components, Brisbane, Australia.
- Nilsson J., Bertling L. (2007). Maintenance Management of Wind Power Systems Using Condition Monitoring Systems-Life Cycle Cost Analysis for Two Case Studies. *IEEE Transactions On Energy Conversion* 22(1): 223-229.
- Norris G.A. (2001). Integrating life cycle cost analysis and LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 6(2): 118-120.
- Novick D. (1990). Life-Cycle Considerations in Urban Infrastructure Engineering. *Journal of Management in Engineering* 6: 186-196.
- Ochoa L., Hendrickson C., Scott M.H. (2002). Economic Input-output Life-cycle Assessment of U.S. Residential Buildings. *Journal of Infrastructure Systems* 8(4): 132-138.
- Oduyemi O., Okoroh M., Fajana O.S. Risk assessment methods for life cycle costing in buildings. *Sustainable Buildings* 1: 9-18.
- Ouyang J., Ge J., Hokao K. (2009). Economic analysis of energy-saving renovation measures for urban existing residential buildings in China based on thermal simulation and site investigation. *Energy Policy* 37(1): 140-149.
- Padgett J.E., Dennemann K., Ghosh J. (2010). Risk-based seismic life-cycle cost-benefit (LCC-B) analysis for bridge retrofit assessment. *Structural Safety* 32(3): 165-173.
- Pandey M.D., van der Weide J.A.M. (2017). Stochastic renewal process models for estimation of damage cost over the life-cycle of a structure. *Structural Safety* 67: 27-38.
- Plebankiewicz E., Zima K., Wiczorek D. (2016). Life cycle cost modelling of buildings with consideration of the risk. *Archives of Civil Engineering* 62(2): 149-166.
- Ristimäki M., Säynäjoki A., Heinonen J., Junnila S. (2013). Combining life cycle costing and life cycle assessment for an analysis of a new residential district energy system design. *Energy* 65(15): 168-179.
- Rosato P., Valcovich E., Stival C.A., Berto R., Cechet G. (2016). Le coperture piane con inverdimento estensivo su edifici esistenti. Parte Seconda—Aspetti economici. *Valori e Valutazioni* 16: 5-27.
- Ruparathna R.; Hewage H.; Sadiq R. (2017). Economic evaluation of building energy retrofits: A fuzzy based approach. *Energy and Buildings* 139: 395-406.
- Salem O., AbouRizk S., Ariaratnam S. (2003). Risk-based Life-cycle Costing of Infrastructure Rehabilitation and Construction Alternatives. *Journal of Infrastructure Systems* 9(1): 6-15.
- Scala E. (2013). *Valutazione del life-cycle costing di tecniche per l'isolamento termico dell'edificio in ambito residenziale*. Master Thesis, Politecnico di Torino.
- Schade J. (2007). *Life cycle cost calculation models for buildings*. In: Proceedings of 4th Nordic Conference on Construction Economics and Organisation: Development Processes in Construction Management. Luleå, Sweden .
- Schmidt, W.P. (2003). Life Cycle Costing as Part of Design for Environment: Business Cases. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 8: 167-174.
- Scope C., Ilg P., Muench S., Guenther, E. (2016). Uncertainty in life cycle costing for long-range infrastructure. Part II: guidance and suitability of applied methods to address uncertainty. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 21(8): 1170-1184.
- Sekhar, S.C., Toon, K.L.C. (1998). On the study of energy performance and life cycle cost of smart window. *Energy and Buildings* 28(3): 307-316.
- Shapiro, K.G. (2001). Incorporating costs in LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 6(2): 121-123.
- Silva A., de Brito J., Gaspar P.L. (2016). Stochastic Approach to the Factor Method: Durability of Rendered Façades. *Journal of Materials in Civil Engineering* 28(3): 04015130.
- Sobanjo, J. O. (1999). *Facility life-cycle cost analysis based on fuzzy set theory*. In M. A. Lacasse & D. J. Vanier (Eds.), *Durability of building materials and components* 8. Ottawa: NRC Research Press.
- Steen B. (2005). Environmental costs and benefits in life cycle costing. *Management of Environmental Quality: An International Journal* 16(2): 107-118.

- Sun Y., Carmichael D.G. (2018). Uncertainties related to financial variables within infrastructure life cycle costing: a literature review. *Structure and Infrastructure Engineering* 14: 1233-1243.
- Tabrizi, A., Sanguinetti, P. (2015). Life-cycle cost assessment and energy performance evaluation of NZEB enhancement for LEED-rated educational facilities. *Advances in Building Energy Research*, 2015, 9(2), 267-279.
- Tajani F, Morano P, Di Liddo F, Ntalianis K, Guarnaccia C., Mastorakis N. (2018). *Energy retrofit assessment through automated valuation models: An Italian case study*. In: AIP Conference Proceedings, 2nd International Conference on Mathematical Methods and Computational Techniques in Science and Engineering; Cambridge; UK.
- Thiebat F. (2010). Integrazione tra LCA e LCC in edilizia: sviluppo di un modello di valutazione economico-ambientale basato sul ciclo di vita. *Il Progetto Sostenibile*.
- Thiebat F. (2012). LCC evaluation of building components including environmental impacts. In: *Abstract Book 6th SETAC World Congress/SETAC Europe 22nd Annual Meeting*. Berlin, Germany.
- Thiebat F. (2016). Uno strumento di analisi a supporto di valutazioni strategiche per il recupero e la rifunzionalizzazione di aree dismesse. *TECHNÈ* 12: 238-244.
- Udawattha C.; Halwatura R. (2017). Life cycle cost of different Walling material used for affordable housing in tropics. Case Studies. *Construction Materials* 7: 15-29.
- Uygunoğlu T, Keçebaş A. (2011). LCC analysis for energy-saving in residential buildings with different types of construction masonry blocks. *Energy and Buildings* 43(9): 2077-2085.
- Van Gelder L., Janssen H., Roels S. (2014). Probabilistic design and analysis of building performances: Methodology and application example. *Energy and Buildings* 79: 202-211.
- Wang N., Chang Y.C., El-Sheikh A. (2012). Monte Carlo simulation approach to life cycle cost management. *Structure and Infrastructure Engineering* 8: 739-746.
- Wang Q., Holmberg S. (2015). A methodology to assess energy-demand savings and cost effectiveness of retrofitting in existing Swedish residential buildings. *Sustainable Cities and Society* 14: 254-266.
- Ward, S.C., Chapman, C.B. (1995). Risk-management perspective on the project lifecycle. *International Journal of Project Management* 13: 145-149.
- Warren, J.L., Weitz, K.A. (1994). Development of an Integrated Life-Cycle Cost Assessment Model. In: *Proceedings of IEEE International Symposium on Electronics and The Environment*, San Francisco, CA, USA.
- Wiguna I.P.A., Scott S. (2006). Relating risk to project performance in Indonesian building contracts. *Construction Management and Economics* 24(11): 1125-1135.
- Witt E., Lill I., Nuuter T. (2015). Comparative Analysis of Current Guidance for the Evaluation of Building Retrofit Investments. *Procedia Economics and Finance* 21: 321-328.
- Woodward, D.G. (1997). Life cycle costing - Theory, information acquisition and application. *International Journal of Project Management* 15: 335-344.
- Wong N.H., Tay S.F., Wong R., Ong C.L., Sia A. (2003). Life cycle cost analysis of rooftop gardens in Singapore. *Building and Environment* 38(3): 499-509.
- Zou P.X.W., Zhang G., Wang J. (2006). *Identifying Key Risks in Construction Projects: Life Cycle and Stakeholder Perspectives*. In: Proceedings of the Pacific Rim Real Estate Society Conference, Auckland, New Zealand.

Sandro Sacchelli,
Sara Fabbrizzi, Maria
Cipollaro

GESAAF - Dipartimento di Gestione
dei Sistemi Agrari, Alimentari e
Forestali - Università degli Studi di
Firenze

E-mail: sandro.sacchelli@unifi.it

Keywords: *climate change,*
adaptation strategies, Cumulative
Prospect Theory

Parole chiave: *cambiamento*
climatico, strategie di adattamento,
Teoria del Prospetto Cumulativo

JEL codes: C61, D81, Q54

Strategie di adattamento al cambiamento climatico per il settore viticinolo: un'applicazione della Teoria del Prospetto Cumulativo

The work analyses adaptation strategies to cope with extreme events and climate change in viticultural sector. Tools for complex systems analysis are integrated with probabilistic methods and operational research to account for uncertainty and the subjective perception of farmers. The concepts of Expected Utility and Cumulative Prospect Theory are considered to compare expected and prospected damages. The study area is located in the Chianti Classico district (Tuscany). A combination of fans, anti-hail nets and emergency irrigation is suggested as strategies in current scenario. The future climate projections suggest the need of fixed irrigation systems and the modification of production disciplinary. Multi-risk insurance does not seem to be an attractive strategy due to area peculiarities.

1. Introduzione

Il settore agricolo risulta essere particolarmente vulnerabile alla minaccia del cambiamento climatico, così da rendere necessaria l'adozione di adeguate strategie di adattamento (Niles *et al.* 2015). Il settore vitivinicolo si trova anch'esso costretto ad affrontare le sfide imposte dal cambiamento climatico, in relazione sia alla qualità e quantità di vino prodotto, che all'organizzazione dell'intero processo produttivo (Mozell e Thach 2014). Il crescente interesse legato agli effetti del cambiamento climatico sul settore vitivinicolo è testimoniato anche dal notevole incremento di lavori scientifici riguardanti l'argomento (Sacchelli *et al.* 2016). Tali contributi evidenziano analisi centrate sugli aspetti ambientali (Schultz e Jones 2010), sociali (Alonso e O'Neil 2011), economici (Bernetti *et al.* 2012) o applicazioni di approcci misti per analizzare la risposta sistemica al cambiamento (Lereboullet *et al.* 2013). L'incertezza apportata da tale fenomeno influenza negativamente la capacità di gestire e pianificare l'azienda agricola, cosicché l'agricoltore si trova sempre più spesso costretto ad adottare pratiche di adattamento per ridurre tali effetti negativi (Pannell *et al.* 2000).

Come sottolineato in letteratura, le scelte degli individui non seguono sistematicamente i principi della razionalità economica, risultando così incoerenti con la teoria dell'utilità attesa (von Neumann e Morgenstern 1947). Questo assunto è ampiamente dimostrato attraverso la teoria del prospetto (*Prospect Theory* - PT) che mira a integrare la teoria dell'utilità attesa, fornendo un modello teorico riferito ai

processi decisionali reali che portano le persone a prendere decisioni sub-ottimali (Kahneman e Tversky 1979). Nella PT, Kahneman e Tversky (1982, 1979) evidenziano come, sia il contesto in cui un individuo opera una scelta che l'avversione alle perdite abbiano un effetto determinante sulla scelta stessa. In particolare, gli autori hanno dimostrato che l'avversione alle perdite è un principio psicologico tale per cui, per la maggior parte degli individui, la motivazione ad evitare una perdita è superiore a quella di realizzare un guadagno.

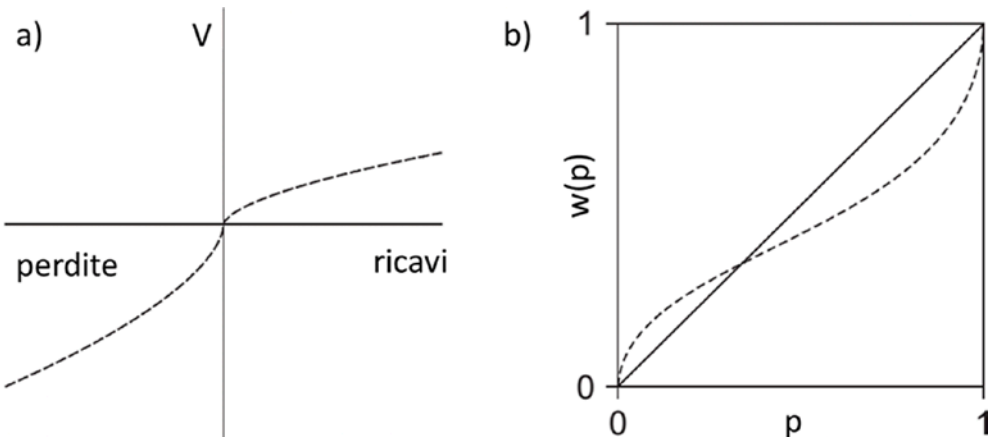
La PT tenta di superare i limiti legati alla Teoria dell'Utilità Attesa (Fox e Poldrack 2014). In base alla PT il valore prospettato (V) si differenzia da quello atteso (E), poiché dipendente da una funzione di valore del tipo:

$$V = v(x) \cdot w(p) \tag{1}$$

dove v corrisponde al valore soggettivo (o funzione di valore) di un determinato avvenimento x e w determina l'impatto della probabilità p legata al verificarsi dell'avvenimento. La funzione di valore nella PT sostituisce la funzione di utilità. Nella funzione di valore l'impatto marginale di un cambiamento diminuisce in valore con la distanza da un punto di riferimento. Nel caso di analisi di tipo monetario il punto di riferimento è lo status quo. La funzione di valore è concava per i ricavi e convessa per le perdite. La funzione di valore è inoltre più ripida per le perdite rispetto ai ricavi evidenziando una proprietà conosciuta come avversione alle perdite (Fig. 1a).

Come evidenziato dall'Eq. 1, nella PT il valore prospettato non è valutato in funzione della sua probabilità di accadimento. Esso viene quantificato in base a un peso che rappresenta l'impatto soggettivo di tale probabilità, per la quale pertanto esistono due punti di riferimento: l'impossibilità (0) e la certezza (1). Il peso è dunque rappresentato da una curva *s-shaped* inversa, concava in prossimità dello 0 e convessa vicino a 1 (Fig. 1b). Questo aspetto contribuisce a spiegare i risultati di numerosi test di laboratorio nei quali è emerso come le probabilità medio-alte siano

Figura 1. a) funzione di valore; b) funzione di peso.



sottostimate e quelle basse sovrastimate (Wakker 2001, Gonzalez e Wu 1999, Wu e Gonzalez 1998, Wu e Gonzalez 1996, Tversky e Fox 1995, Camerer e Ho 1994, Tversky e Kahneman 1992). Dal punto di vista empirico la sovrastima della bassa probabilità di ricavi e perdite può spiegare vari fenomeni quali, ad esempio, l'attrazione per la partecipazione a lotterie al crescere del premio, nonostante la corrispondente diminuzione di probabilità di vincita e l'interesse per la stipula di assicurazioni. Vari studi hanno rilevato come la teoria del prospetto espliciti, rispetto alla teoria dell'utilità attesa, un modello comportamentale in grado di comprendere meglio le scelte dell'individuo in un contesto di rischio (Bocquého *et al.* 2014, Bleichrodt *et al.* 2009). Tale teoria è stata utilizzata per la valutazione delle scelte strategiche relative alle problematiche di gestione ambientale riguardanti, ad esempio, i rischi ambientali (Bartczak *et al.* 2015), i sistemi assicurativi legati agli eventi estremi (Botzen e van den Bergh 2012) e il rischio di perdita del raccolto agrario (Babcock 2015).

La PT si applica alle scelte in condizioni di rischio, per al massimo due output. Per superare tali limiti ed estendere la PT a scelte in condizioni di incertezza e per un numero superiore di risultati (sempre in numero finito) gli stessi Tversky e Kahneman, (1992) hanno apportato alcune modifiche teorizzando la c.d. Teoria del Prospetto Cumulativo (*Cumulative Prospect Theory* – CPT). Le principali differenze consistono nel fatto che: i) la CPT stabilisce due diverse funzioni di peso per ricavi e perdite (ovvero i pesi sono dipendenti dal segno) e ii) nella CPT i pesi sono applicati alla funzione di distribuzione cumulata e non ai singoli eventi.

Il presente lavoro ha l'obiettivo di sviluppare un sistema di supporto decisionale per i *policy-makers* e gli *stakeholders* per l'identificazione di strategie di adattamento che possano far fronte agli impatti del cambiamento climatico nel settore vitivinicolo. L'analisi prende spunto da una precedente ricerca (Sacchelli *et al.* 2017), che ha testato per l'area del Chianti Classico (Toscana – Italia) un modello in grado di analizzare le diverse *performance* economiche delle aziende vitivinicole in caso di adozione di misure di adattamento per contrastare le perdite quali/quantitative di prodotto. Tale ricerca si è articolata secondo un approccio *mixed-method* attraverso l'integrazione di strumenti di analisi per sistemi complessi (*cognitive maps*), approcci di tipo probabilistico e ricerca operativa. L'ipotesi di base riguarda la scelta di strategie di azione in condizioni di incertezza, caratteristica centrale nelle questioni riguardanti il cambiamento climatico. Lo studio presente va ad integrare la precedente ricerca attraverso l'applicazione di un modello teorico di economia comportamentale basato sul *frame* metodologico della teoria del prospetto cumulativo, ben adattabile alle decisioni manageriali connesse alle problematiche del cambiamento climatico.

2. Materiali e metodi

2.1 Inquadramento metodologico

L'approccio metodologico usato in Sacchelli *et al.* (2017) fa riferimento alle tecniche "mix-method" nelle quali diverse strategie di analisi sono applicate in un

singolo caso di studio (DePoy e Gitlin 2016). Il metodo dell'ottimizzazione di sistemi non-lineari è stato utilizzato per definire le migliori strategie di adattamento al cambiamento climatico da poter applicare nella fase di campo per far fronte alle perdite quali/quantitative di vino. Il metodo di ottimizzazione prevede la minimizzazione delle perdite economiche dell'azienda vitivinicola. In particolare, la scelta delle migliori strategie di adattamento è stata definita in base agli output di quattro diversi modelli di analisi: i) modelli economici (dati di letteratura derivanti dal metodo *Full Cost Accounting*); ii) modelli agronomici (simulatori di crescita della vite); iii) modelli probabilistici per l'analisi del danno alla produzione di vino e iv) approccio *system thinking* (mappe cognitive). Il metodo *Full Cost Accounting* ha come output il costo dell'unità di prodotto considerando la remunerazione di tutti i fattori di produzione, inclusi costi impliciti ed espliciti. Tale valore è derivato dal lavoro di Marone *et al.* (2017) sviluppato per l'area del Chianti Classico. Il modello di simulazione di crescita della vite (*Vitis vinifera* L. cultivar Sangiovese) e relativa produzione di vino è stato implementato in Bindi *et al.* (1997) e aggiornato in Bindi *et al.* (2005). Il modello è stato eseguito per quantificare la produzione di vino all'attualità e per scenari futuri in base ai dati e agli scenari climatici dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2012, Hijmans *et al.* 2005) legati a temperature e precipitazioni medie. L'unità di misura dei risultati è espressa in l/annui di prodotto. I modelli probabilistici per l'analisi del danno alla produzione di vino hanno il compito di quantificare i danni attesi in termini di riduzione sia della quantità prodotta – causata da eventi climatici estremi – che della qualità. La valutazione della probabilità di eventi estremi è stata analizzata con dati di letteratura e attraverso proiezioni climatiche a medio termine (scenario RCP4.5 al 2050 dell'IPCC); tali proiezioni hanno, inoltre, permesso di quantificare la variazione di qualità del vino in base a modelli statistici realizzati ad hoc per l'area di studio (Sacchelli *et al.* 2017, Moriondo *et al.* 2011). Esperti del settore sono stati, infine, intervistati attraverso la tecnica della mappe cognitive (Ackermann *et al.* 2004, Kosko 1986) per definire le possibili strategie di adattamento per far fronte al rischio di perdite quali/quantitative e i relativi impatti tecnico/economici sul processo produttivo. Il numero totale di esperti è stato pari a 8, comprensivo di gestori di aziende vitivinicole e rappresentanti del mondo della ricerca. Il ridotto numero di intervistati è giustificato dalla tecnica applicata, poiché è dimostrato come – con le mappe cognitive – il numero di nuove variabili introdotte tenda a diminuire drasticamente nel *range* di poche interviste (Fabbrizzi *et al.* 2015, Özesmi e Özesmi 2004).

I risultati dei quattro metodi sopra descritti sono stati impiegati per la definizione delle migliori strategie di adattamento. Dal momento che i modelli applicati sono caratterizzati dalla presenza di operatori condizionali non-continui, è stata prevista un'ottimizzazione non-lineare (metaerustica) del problema basata su algoritmi genetici, risultati efficienti nella risoluzione di tipologie di analisi simili. Nello specifico il modello è stato ottimizzato attraverso l'algoritmo *Differential Evolution and Particle Swarm* (DEPS), grazie alla propria stabilità, le buone *performance* e le diverse applicazioni nella risoluzione di problemi legati ai sistemi complessi (Petalas *et al.* 2007).

2.2 Applicazione della CPT

Il lavoro ha previsto il confronto tra le migliori strategie di adattamento – all’attualità e in caso di cambiamento climatico – per due diversi approcci. Da un lato è stato applicato il concetto di rischio atteso basato sui risultati riportati in Sacchelli *et al.* (2017), dall’altro il concetto di rischio prospettato. Il rischio atteso $E(R)$ è calcolato con la seguente formula:

$$E(R) = \sum_{e=1}^m (d_e \cdot p_e) \quad [2]$$

con e categoria di danno, m numero totale di possibili categorie di danno, d danno stimato (perdita percentuale di prodotto), p probabilità annua del verificarsi del danno e -*imo*.

Nella presente ricerca la quantificazione del rischio atteso è stata sostituita dal concetto di rischio prospettato $V(R)$ secondo la teorizzazione sviluppata nella CPT:

$$V(R) = \sum_{e=1}^m (v(d_e) \cdot w(p_e)) \quad [3]$$

La funzione di valore del danno assumerà la forma (Tversky e Kahneman 1992):

$$v(d_e) = -\lambda \cdot (-d_e)^\beta \quad \forall d_e < 0 \quad [4]$$

con λ avversione alle perdite, β coefficiente di curvatura della funzione di valore per le perdite.

La funzione di peso assumerà invece la forma (Tversky e Kahneman 1992):

$$w(p_e) = \frac{p_e^\delta}{(p_e^\delta + (1 - p_e)^\delta)^{1/\delta}} \quad [5]$$

dove δ rappresenta il peso della probabilità per le perdite.

Gli impatti derivanti da eventi meteorologici eccezionali considerati nel lavoro sono (per maggiori dettagli si veda Sacchelli *et al.* 2017): grandinate, siccità, ondate di calore, gelate tardive, fitopatologie. Le strategie di adattamento che possono annullare/limitare gli effetti negativi dei suddetti impatti sono state identificate in: reti antigrandine, interventi contro le gelate tardive (ventilatori, generatori di calore, irrigazione sopra/sotto chioma), inserimento di cultivar resistenti alla siccità, realizzazione di impianti di irrigazione fissa, irrigazione di soccorso, modifica dei disciplinari di produzione, aumento dei trattamenti fitosanitari, stipula di polizze

assicurative multirischio e pratiche di agricoltura biologica con eventuale certificazione. Nel presente lavoro per “particelle di agricoltura biologica” sono da intendersi più in generale le tecniche *green* di gestione del vigneto applicabili nella fase di campo. Pratiche come l’inerbimento o la modifica delle potature verdi possono avere infatti effetti benefici per la mitigazione di siccità e l’attenuazione delle ondate di calore sul prodotto. Tali tecniche dunque – negli scenari presentati e in accordo con la normativa vigente – possono sia portare all’ottenimento della certificazione biologica, che essere affiancate da ulteriori interventi come trattamenti fitosanitari.

Gli scenari analizzati hanno valutato gli effetti degli eventi climatici estremi sulle performance economiche aziendali in funzione dei due approcci (calcolo del rischio atteso e prospettato) all’attualità e nel caso di cambiamento climatico al 2050. I risultati sono stati analizzati sia nel caso di non-intervento sia considerando la realizzazione di strategie di adattamento. Le *migliori* strategie di adattamento - rappresentate dalle scelte di intervento che massimizzano i redditi netti aziendali - sono ottenute con l’algoritmo di ottimizzazione metaeuristico descritto al paragrafo 2.1; la funzione obiettivo impostata nell’algoritmo è:

$$\begin{aligned} &\max RN \\ &s.t. \\ &SA_i = \text{binary} \end{aligned} \quad [6]$$

con RN reddito netto (€/ha anno⁻¹), SA_i strategia di adattamento *i-ima*; il vincolo $SA_i = \text{binary}$ impone lo stato binario delle strategie di adattamento che possono assumere valore 0 se non attivate e 1 se attivate.

Infine è stata realizzata una breve analisi sull’effetto della stipula di assicurazioni multirischio per la copertura del danno economico nel contesto della CPT.

3. Risultati

I risultati si riferiscono a un’azienda vitivinicola di caratteristiche ordinarie del distretto del Chianti Classico. L’espressione “caratteristiche ordinarie” denota che tutti i dati di input del modello (prezzi unitari del vino, costi unitari di produzione, numero/tipologia/impiego orario dei dipendenti, ecc.) derivano dalle condizioni *normali* – dal punto di vista estimativo – di un campione rappresentativo di aziende (Marone *et al.* 2017).

I risultati del lavoro evidenziano come la mancata attivazione di strategie di adattamento vada a differenziare nettamente l’efficienza economica aziendale valutata nell’ottica di un rischio atteso o prospettato (Fig. 2).

L’applicazione del concetto di rischio prospettato rende negativo il reddito netto anche all’attualità con un differenziale rispetto al calcolo con rischio atteso di circa 27000€/ha anno⁻¹. I valori di RN al 2050, pur mantenendosi negativi in entrambi i casi, sottolineano una minor differenza tra i due approcci (16187 €/ha anno⁻¹). L’introduzione di strategie di adattamento assottiglia ulteriormente – fino

Figura 2. Strategie di adattamento e indici di efficienza economica nel caso di applicazione del concetto di rischio atteso e prospettato (attualità e scenario futuro). In rosso: strategie non attivate; in verde: strategie attivate.

| | E(R) | V(R) | E(R) | V(R) | E(R) | V(R) | E(R) | V(R) |
|--|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| | Attualità: senza SA | Attualità: senza SA | Attualità: con SA | Attualità: con SA | Al 2050: senza SA | Al 2050: senza SA | Al 2050: con SA | Al 2050: con SA |
| Irrigazione sopra/sotto chioma | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Ventilatori | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Generatori di calore | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Reti anti-grandine | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Agricoltura biologica | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Irrigazione d'emergenza | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Aumento di trattamenti fitosanitari | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Sostituzione cultivar | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Impianti di irrigazione fissa | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Modifica dei disciplinari | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Assicurazioni multirischio | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Agricoltura biologica + certificazione | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Ricavi (€/ha anno-1) | 29614 | 0 | 44875 | 45420 | 17588 | 0 | 42694 | 42694 |
| Costi (€/ha anno-1) | 20458 | 17885 | 27734 | 28385 | 19286 | 17885 | 29029 | 29029 |
| Reddito netto (€/ha anno-1) | 9155 | -17885 | 17141 | 17034 | -1698 | -17885 | 13665 | 13665 |

ad annullare al 2050 – le differenze di RN tra il calcolo con rischio atteso e prospettato. Quest'ultimo approccio sembra introdurre, tra i vari interventi, anche un aumento dei trattamenti fitosanitari all'attualità. Il maggior impatto degli eventi climatici estremi (atteso e prospettato) al 2050 indica come strategia di adattamento ottimale la sostituzione di irrigazioni di soccorso con impianti fissi per sopperire alle carenze idriche. Ovviamente, tale intervento è sotteso alla necessità di modificare l'attuale disciplinare di produzione per l'area del Chianti Classico (Fig. 2). La similitudine delle strategie di adattamento al 2050 per gli scenari atteso e prospettato evidenziano come l'alto impatto del cambiamento climatico tenda a rendere necessaria in entrambi i casi l'attivazione di tutte le strategie tra loro compatibili (a meno di una sostituzione della cultivar). Gli output della Fig. 2 sono stati ottenuti settando il modello di analisi con i dati originari ottenuti da Tversky e Kahneman (1992) e confermati in numerosi studi legati alla CPT. In particolare, il parametro di avversione alle perdite λ è pari a 2,25 e il coefficiente di curvatura β della funzione di valore è di 0,88.

Al fine di testare il modello per diversi tipi di *decision-makers* è stata condotta un'analisi di sensitività dei risultati basata sulla variazione del grado di avversione al rischio di perdite λ (Fig. 3a e 3b).

Ovviamente, all'aumentare del grado di avversione tende ad aumentare anche il numero di strategie di adattamento. Per valori di $\lambda > 0,5$, la tipologia ottimale di intervento rimane invariata. Con $\lambda = 0,5$ all'attualità le strategie ottimali sembrano essere le pratiche agronomiche di agricoltura biologica e il mantenimento di irrigazioni di soccorso, oltre all'installazione di ventilatori per la minimizzazione del danno da gelate tardive. Al 2050 gli interventi di agricoltura biologica vengono affiancati da trattamenti contro patogeni, impianti di irrigazione e modifica dei disciplinari produttivi. Nel caso di totale propensione al rischio perdite ($\lambda = 0$) all'attualità possono non venire attivate specifiche strategie di adattamento mentre al 2050 è comunque necessaria la realizzazione di impianti di irrigazione (oltre alla conseguente modifica dei disciplinari).

È stata, infine, effettuata un'analisi sulla possibilità di sviluppo di assicurazioni multirischio per far fronte a eventi estremi. Lo scenario analizzato è riferito al 2050 e

Figura 3. Strategie di adattamento e reddito netto in funzione del grado di avversione al rischio perdite λ : a) attualità; b) scenario al 2050. In rosso: strategie non attivate; in verde: strategie attivate.

| a) | V(R) all'attualità | | | | | | |
|--|--------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | $\lambda: 0$ | $\lambda: 0.5$ | $\lambda: 1$ | $\lambda: 1.5$ | $\lambda: 2$ | $\lambda: 2.5$ | $\lambda: 3$ |
| Irrigazione sopra/sotto chioma | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Ventilatori | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Generatori di calore | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Reti anti-grandine | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Agricoltura biologica | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Irrigazione d'emergenza | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Aumento di trattamenti fitosanitari | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Sostituzione cultivar | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Impianti di irrigazione fissa | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Modifica dei disciplinari | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Assicurazioni multirischio | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Agricoltura biologica + certificazione | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Reddito netto (€/ha anno-1) | 23588 | 17536 | 17034 | 17034 | 17034 | 17034 | 17034 |

| b) | V(R) al 2050 | | | | | | |
|--|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | $\lambda: 0$ | $\lambda: 0.5$ | $\lambda: 1$ | $\lambda: 1.5$ | $\lambda: 2$ | $\lambda: 2.5$ | $\lambda: 3$ |
| Irrigazione sopra/sotto chioma | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Ventilatori | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Generatori di calore | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Reti anti-grandine | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Agricoltura biologica | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Irrigazione d'emergenza | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Aumento di trattamenti fitosanitari | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Sostituzione cultivar | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Impianti di irrigazione fissa | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Modifica dei disciplinari | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Assicurazioni multirischio | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Agricoltura biologica + certificazione | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Reddito netto (€/ha anno-1) | 21291 | 14018 | 13665 | 13665 | 13665 | 13665 | 13665 |

Figura 4. Strategie di adattamento e reddito netto in funzione del livello di franchigia per assicurazioni multirischio. In rosso: strategie non attivate; in verde: strategie attivate.

| | franchigia: 0% | franchigia: 2% | franchigia: 2.5% | franchigia: 3% |
|--|----------------|----------------|------------------|----------------|
| Irrigazione sopra/sotto chioma | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Ventilatori | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Generatori di calore | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Reti anti-grandine | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Agricoltura biologica | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Irrigazione d'emergenza | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Aumento di trattamenti fitosanitari | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Sostituzione cultivar | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Impianti di irrigazione fissa | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Modifica dei disciplinari | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Assicurazioni multirischio | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Agricoltura biologica + certificazione | ⊗ | ⊗ | ⊗ | ⊗ |
| Reddito netto (€/ha anno-1) | 13902 | 13740 | 13700 | 13665 |

ha previsto l'ipotesi di un premio pari a 300 €/ha anno⁻¹ con un finanziamento pubblico dello stesso pari al 50%. I risultati evidenziano come tale scelta sembri essere ottimale soltanto con livelli di franchigia molto bassi, nell'ordine del 3% (Fig. 4).

4. Discussione e conclusioni

Il metodo implementato permette di definire strategie di intervento ottimali da applicare nella fase di campo delle aziende vitivinicole per far fronte agli impatti degli eventi meteorici estremi e del cambiamento climatico. Il modello evidenzia le differenze tra due diversi approcci: da un lato l'analisi degli impatti valutati in termini di rischio atteso e dall'altro di rischio prospettato.

Le due stime permettono di definire le migliori azioni per massimizzare l'efficienza economica dell'azienda tenendo quindi in considerazione sia le strategie ottimali di mitigazione del danno (approccio con rischio atteso), sia quelle sub-ottimali ovvero percepite dall'imprenditore (approccio con rischio prospettato). Questa distorsione è essenzialmente dovuta all'alterazione della funzione di valore e della funzione di probabilità che avvengono normalmente nel processo decisionale soggettivo, in base al livello di propensione/avversione al rischio personale. In tale quadro la metodologia sviluppata può rappresentare un primo *step* per guidare il decisore verso strategie di intervento ottimali.

Un ulteriore motivo di interesse della metodologia proposta è legato al fatto che i presupposti teorici della Teoria del Prospetto Cumulativo stanno rispondendo alle evidenze empiriche emerse da numerosi studi di Neuroeconomia (Fox e Poldrack 2014). In particolare, analisi basate su tecniche di Risonanza Magnetica Funzionale (*Functional Magnetic Resonance Imaging* – fMRI) hanno sottolineato le correlazioni neurobiologiche tra distorsioni delle funzioni di valore / probabilità nel caso di scelte in condizioni di incertezza e l'attivazione di particolari aree del cervello (si vedano ad es. Plassmann *et al.* 2010, Paulus e Frank 2006). Anche se nel processo decisionale vengono attivate le stesse aree cerebrali, si è infatti riscontrato un diverso "grado di attivazione" (altamente correlato con le funzioni ottenute da Kahneman e Tversky e dagli altri autori nei vari studi citati) a seconda dello scenario presentato (perdite/ricavi) (Tom *et al.* 2007).

Tra i vari risultati della ricerca emerge il considerevole impatto negativo connesso alle proiezioni di cambiamento climatico nell'area di studio per quanto riguarda la quantità di vino producibile in scenari futuri.

Tra le diverse strategie di adattamento applicabili all'attualità i risultati sembrano suggerire una combinazione tra ventilatori, reti anti-grandine e irrigazioni di soccorso. Le proiezioni climatiche future e gli eventi estremi stimati rendono necessaria un'integrazione/sostituzione delle suddette azioni con impianti di irrigazione fissi e la conseguente modifica dei disciplinari di produzione. Inoltre, è da rilevare come le pratiche di agricoltura biologica – a prescindere dal successivo ottenimento di certificazione, incompatibile ad esempio con i trattamenti fitosanitari – sembrano essere una delle migliori strategie da adottare nei diversi scenari analizzati.

Le assicurazioni a copertura parziale non sembrano essere una strategia appetibile per l'area di studio, presumibilmente in considerazione dell'elevata qualità del prodotto, fatto che privilegia il mantenimento del livello produttivo anziché l'applicazione di forme di gestione del rischio finanziario sullo stesso.

La fase di lavoro successiva sarà quella di convalidare tale modello attraverso un piano di interviste agli agricoltori, per la definizione dei reali livelli di propen-

sione al rischio e della percezione delle migliori strategie di adattamento tra tutte quelle possibili. La ricerca potrà inoltre integrare la valutazione delle strategie di adattamento in campo con ulteriori analisi come ad esempio azioni da apportare nella fase di vinificazione e/o *marketing orienteed* con indagini mirate alla stima della soddisfazione del consumatore relativamente alla qualità del prodotto. Questo aspetto sarà di particolare importanza per la valutazione della reale possibilità di modifica del disciplinare; tale modifica sarà effettivamente realistica anche in relazione dei possibili effetti sulla qualità del vino e della percezione del consumatore.

I risultati potranno pertanto aprire la strada a percorsi di scelta partecipati. Il sistema di supporto alle decisioni sviluppato potrà essere applicato in condizioni di incertezza sia a sostegno dell'agricoltore per la gestione dell'azienda agricola (Matthews *et al.* 2008), sia nel settore pubblico per la definizione di politiche di medio-lungo periodo per la gestione del rischio.

Bibliografia

- Ackermann F, Eden C. e Cropper S. (2004). Getting started with cognitive mapping. In: Proceedings of 7th Young OR Conference: 65-82, University of Warwick. www.banxia.com/pdf/de/GettingStartedWithCogMapping.pdf. (Accessed 28 February 2017).
- Alonso A.D. e O'Neill M.A. (2011). Climate change from the perspective of Spanish wine growers: a three-region study. *British Food Journal* 113: 205-221.
- Babcock B.A. (2015). Using Cumulative Prospect Theory to explain anomalous crop insurance coverage choice. *American Journal of Agricultural Economics* 97: 1371-1384.
- Bartczak A., Chilton S. e Meyerhoff J. (2015). Wildfires in Poland: The impact of risk preferences and loss aversion on environmental choices. *Ecological Economics* 116: 300-309.
- Bernetti I., Menghini S., Marinelli N., Sacchelli S. e Alampi Sottini V. (2012). Assessment of climate change impact on viticulture: economic evaluations and adaptation strategies analysis for the Tuscan wine sector. *Wine Economics and Policy* 1: 73-86.
- Bindi M., Miglietta F., Gozzini B., Orlandini S. e Seghi L. (1997). A simple model for simulation of growth and development in grapevine (*Vitis vinifera* L.). I. model description. *Vitis* 36: 67-71.
- Bindi M., Bellesi S., Orlandini S., Fibbi L., Moriondo M. e Sinclair T. (2005). Influence of water deficit stress on leaf area development and transpiration of Sangiovese grapevines grown in pots. *American Journal of Enology and Viticulture* 56: 68-72.
- Bleichrodt H., Schmidt U. e Zank H. (2009). Additive utility in prospect theory. *Management Science* 55: 863-873.
- Bocquého G., Jacquet F. e Reynaud A. (2014). Expected Utility or Prospect Theory Maximisers? Assessing Farmers' Risk Behaviour from Field-Experiment Data. *European Review of Agricultural Economics* 41: 135-172.
- Botzen W.J.W. e van den Bergh J.C.J.M. (2012). Risk attitudes to low-probability climate change risks: WTP for flood insurance. *Journal of Economic Behavior & Organization* 82: 151-166.
- Camerer C.F. e Ho T.H. (1994). Violations of the Betweenness Axiom and Nonlinearity in Probability. *Journal of Risk and Uncertainty* 8: 167-196.
- DePoy E. e Gitlin L.N. (2016). Mixed method designs. In: DePoy E. e Gitlin L.N. (Eds.). *Introduction to Research - Understanding and Applying Multiple Strategies*. Fifth Edition Elsevier: 173-179.
- Fabbrizzi S., Sacchelli S., Menghini S. e Bernetti I. (2015). Coping with the economic crisis in agriculture: an analysis of the Tuscany (Italy) premium quality wine area and strategies for impact mitigation. *New Medit* 3: 61-72.
- Fox C.R. e Poldrack R.A. (2014). Appendix - Prospect Theory and the Brain. In Glimcher P.W. e Fehr E. (Eds.). *Neuroeconomics*. Second Edition Elsevier: 533-567.

- Gonzalez R. e Wu G. (1999). On the Shape of the Probability Weighting Function. *Cognitive Psychology* 38: 129-166.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G. e Jarvis A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- IPCC (2012). In: Field C.B., Barros V., Stocker T.F., Qin D., Dokken D.J., Ebi K.L., Mastrandrea M.D., Mach K.J., Plattner G.K., Allen S.K., Tignor M. e Midgley P.M. (Eds.). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press.
- Kahneman D. e Tversky A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* 47: 263-291.
- Kahneman D. e Tversky A. (1982). On the Study of Statistical Intuition. *Cognition* 11: 123-141.
- Kosko B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies* 24: 65-75.
- Lereboullet A.L., Beltrando G. e Bardsley D.K. (2013). Socio-ecological adaptation to climate change: a comparative case study from the Mediterranean wine industry in France and Australia. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 164: 273-285.
- Marone E., Bertocci M., Boncinelli F. e Marinelli N. (2017). The cost of making wine: A Tuscan case study based on a full cost approach. *Wine Economics and Policy* 6(2): 88-97, <https://doi.org/10.1016/j.wep.2017.06.002>
- Matthews K.B., Schwarz G., Buchan, K., Rivington M. e Miller D. (2008). Wither agricultural DSS? *Computers and Electronics in Agriculture* 61: 149-159.
- Moriando M., Bindi M., Fagarazzi C., Ferrise R. e Trombi G. (2011). Framework for high-resolution climate change impact assessment on grapevines at a regional scale. *Regional Environmental Change* 11: 553-567.
- Mozell R.N. e Thach L. (2014). The impact of climate change on the global wine industry: Challenges & solutions. *Wine Economics and Policy* 3: 81-89.
- Niles M.T, Lubell M. e Brown M. (2015). How limiting factors drive agricultural adaptation to climate change. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 200: 178-185.
- Özesmi U. e Özesmi S.L. (2004). Ecological models based on people's knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach. *Ecological Modelling* 176: 43-64.
- Pannell D.J., Malcolm B. e Kingwell R.S. (2000). Are we risking too much? Perspectives on risk in farm modelling. *Agricultural Economics* 23: 69-78.
- Paulus M.P. e Frank L.R. (2006). Anterior cingulate activity modulates nonlinear decision weight function of uncertain prospects. *Neuroimage* 30: 668-677.
- Petalas Y.G., Parsopoulos K.E., Papageorgiou E.I., Groumpos P.P. e Vrahatis M.N. (2007). Enhanced learning in fuzzy simulation models using memetic particle swarm optimization. In: *Proceedings of the 2007 IEEE Swarm Intelligence Symposium (SIS 2007)*: 16-22, Washington, D.C.
- Plassmann H., O'Doherty J.P. e Rangel A. (2010). Appetitive and aversive goal values are encoded in the medial orbitofrontal cortex at the time of decision making. *The Journal of Neuroscience* 30: 10799-10808.
- Sacchelli S., Fabbrizzi S. e Menghini S. (2016). Climate change effects and adaptation strategies in the wine sector: a quantitative literature review. *Wine Economics and Policy* 5: 114-126.
- Sacchelli S., Fabbrizzi S., Bertocci M., Marone E., Menghini S. e Bernetti I. (2017). A mix-method model for adaptation to climate change in the agricultural sector: A case study for Italian wine farms. *Journal of Cleaner Production* 166: 891-900.
- Schultz H.R. e Jones G.V. (2010). Climate induced historic and future changes in viticulture. *Journal of Wine Research* 21: 137-145.
- Tom S.M., Fox C.R., Trepel C. e Poldrack R.A. (2007). The neural basis of loss aversion in decision-making under risk. *Science* 315: 515-518.
- Tversky A. e Fox C.R. (1995). Weighing risk and uncertainty. *Psychological Review* 102: 269-283.
- Tversky A. e Kahneman D. (1992). Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty* 5: 297-323.

- von Neumann J. e Morgenstern O. (1947). *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton, N. J., Princeton University.
- Wakker P.P. (2001). Testing and Characterizing Properties of Nonadditive Measures Through Violations of the Sure-thing Principle. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* 69: 1039-1059.
- Wu G. e Gonzalez R. (1996). Curvature of the Probability Weighting Function. *Management Science* 42: 1676-1690.
- Wu G. e Gonzalez R. (1998). Common Consequence Conditions in Decision Making under Risk. *Journal of Risk and Uncertainty*.

Ruggiero Sardaro,
Francesco Bozzo,
Vincenzo Fucilli¹

Dipartimento di Scienze Agro-ambientali e Territoriali, Università degli Studi di Bari

E-mail: ruggiero.sardaro1@uniba.it

Parole chiave: *Linee elettriche ad alta tensione, Servitù di elettrodotto, Mercato fondiario*

Keywords: *High voltage power lines, Power line easement, Land market*

JEL: *C21, Q15, R14*

La stima dell'indennità per servitù di elettrodotto coattivo mediante uno studio del mercato fondiario in Puglia

High-voltage overhead transmission lines on farmland imply a permanent easement. System operators should compensate for expropriation of land and depreciation of the remaining farm area, but recognize only the former. Therefore, landowners often appeal to the law courts for fairer refunds.

This study highlights that the area occupied by plinths and cabins, the height of pylons and the type of intersection are the main sources of depreciation. Moreover, electric transmission lines depreciate the residual farm area, but involving only two narrow strips of land on either side of infrastructures. Finally, the depreciation tends to decrease rapidly as the distance from the transmission line increases.

1. L'indennità di servitù di elettrodotto nella normativa nazionale

La costruzione di elettrodotti coattivi su aree agricole comporta diverse problematiche, quali: occupazione di suolo ad opera di tralicci, cabine elettriche, viabilità di servizio, ecc.; danni alle colture in fase di costruzione dell'infrastruttura; disturbo delle pratiche agricole conseguentemente ad attività di controllo e manutenzione; impatti visivi e paesaggistici; riduzione della redditività aziendale; deprezzamento dei terreni agricoli; influenza sui futuri usi del suolo (Di Cocco 1978; Del Giudice 1993). Relativamente a quest'ultimo aspetto, poi, vincoli di inedificabilità ed obblighi di distanza per gli immobili caratterizzati da una presenza più o meno costante di persone/operatori comportano l'individuazione di appropriate fasce di rispetto, anche in relazione ai limiti di esposizione ai campi elettromagnetici. Tutto ciò costituisce un forte vincolo non solo allo sviluppo urbanistico, ma anche a quello produttivo ed edilizio propri delle stesse imprese agricole. Basti pensare a possibili futuri indirizzi produttivi a carattere biologico e agrituristico che tuttavia sono fortemente condizionabili proprio dalla costruzione delle infrastrutture in

¹ Lo studio è frutto della collaborazione tra i diversi Autori. Tuttavia, ai fini dell'attribuzione delle parti, il contributo degli stessi è così identificato: Ruggiero Sardaro ha curato il coordinamento e l'inquadramento teorico del lavoro ed ha redatto i paragrafi 2, 3.1, 3.2 e 4; i paragrafi 1 e 5 sono stati congiuntamente curati dagli Autori.

oggetto (Giacomelli e Teldeschi 2005). Pertanto, si palesa la necessità di quantificare una indennità che consideri i suddetti aspetti.

La costruzione di un elettrodotto coattivo implica una servitù coattiva sui fondi interessati, riconosciuta dall'art. 1056 del codice civile e normata dal R.D. 1775/1933 inerente al testo unico sulle acque e sugli impianti elettrici. Quest'ultimo risulta ad oggi ancora in vigore, ma ad eccezione degli artt. 29, 33, 34 e 123, in quanto abrogati dall'art. 58 del Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità (D.P.R. 327/2001, come modificato dal D.lgs. 302/2002 e dal D.lgs. 330/2004). Limitatamente all'art. 123 del R.D. 1775/1933, inerente all'indennità da corrispondere al proprietario del fondo servente, in presenza di reti elettriche superiori a 150 kV, lo stesso art. 58 ne ha abrogato, ma non sostituito, le disposizioni. Tuttavia, poiché i relativi criteri, ancorché non più vincolanti, sono comunque basati su equi principi estimativi, la definizione dell'indennità derivante dall'imposizione coattiva di servitù di elettrodotto permanente e inamovibile continua ancora oggi a seguire le disposizioni contenute in tale articolo di legge. In particolare, al primo comma si indicava che "l'indennità deve essere determinata tenendo conto della diminuzione di valore che per la servitù subiscono il suolo e il fabbricato in tutto od in parte". Questo minus valore da indennizzare, secondo la sentenza della Corte costituzionale 16-30 aprile 1973, n. 46, "comprende tutti i titoli di danno conseguenti alla imposizione della servitù". Pertanto, la diminuzione di valore prevista può includere anche quelle derivanti da altri oneri e limitazioni connessi all'impianto dell'elettrodotto, a condizione che questi ultimi eventuali elementi causativi siano attuali o comunque verificabili nel futuro secondo serie probabilità connesse alla natura del fondo e ad altri elementi oggettivi già rilevabili.

In aggiunta, al comma terzo, l'art. 123 prevedeva altre due componenti d'indennizzo:

- quello inerente alle aree occupate dai basamenti dei sostegni delle condutture aeree o da cabine o costruzioni di qualsiasi genere, eventualmente aumentate da un'adeguata zona di rispetto, e pari al valore totale;
- quello riferito all'area su cui si proiettano i conduttori, e pari a un quarto del valore della parte strettamente necessaria al transito per il servizio delle condutture.

Al quinto comma, poi, l'art. 123 prevedeva un ulteriore risarcimento dei "danni prodotti durante la costruzione della linea, anche per le necessarie occupazioni temporanee". Infine, l'indennità per imposizione di servitù viene trattata anche dall'art. 44 (commi 1, 2 e 3) del D.P.R. 327/2001, ma limitatamente al principio per cui è dovuta un indennizzo al proprietario del fondo servente, principio tuttavia non applicabile per servitù disciplinate da leggi speciali (comma 4), casi in cui sono previsti solo gli ultimi due commi (5 e 6).

2. Aspetti estimativi inerenti all'indennità di servitù di elettrodotto

Mentre le due componenti d'indennizzo mediate dal comma terzo dell'art. 123 non presentano particolari problemi di carattere estimativo, in quanto riferite ad

aree ben definite, di tutt'altra natura è la quantificazione dell'indennità di cui al comma primo dello stesso articolo, e riferita alla diminuzione di valore subita, in tutto od in parte, dal suolo o fabbricato su cui grava la servitù. In effetti, tale componente genera i tre seguenti quesiti (Sardaro *et al.* 2018a):

- la diminuzione di valore riguarda l'intero fondo servente o solo la parte su cui grava la servitù, ossia la superficie asservita, composta dalle aree su cui insistono le componenti della linea elettrica (basamenti, cabine, ecc.) e dall'area compresa tra le proiezioni dei cavi?
- come quantificare tale diminuzione di valore?
- la diminuzione di valore è costante all'interno dell'area come determinata al primo punto o tende progressivamente a ridursi, per poi annullarsi oltre una certa distanza dall'infrastruttura?

Circa il primo aspetto, Medici (1972, pp. 307-308), riprendendo l'idea di Famularo (1969), afferma che "In alcuni casi risulterebbe infatti eccessivo attribuire al fondo, inteso nel senso giuridico di «fondo servente», una estensione pari a quella del fondo nel senso economico, comprendente quell'insieme di terreni che costituiscono un'unica entità economica secondo l'ordinaria pratica locale per la conduzione dei fondi. Ma, se è vero che il vincolo giuridico prodotto dalla servitù si estende soltanto all'area indicata nell'ultimo comma dell'art. 123, è da tener presente che l'effetto economico di questo vincolo (come osserva il Famularo) tende ad estendersi oltre l'area stessa, entro un ambito sul quale si fanno sentire i nessi di complementarità economica che stanno alla base del concetto di valore complementare, ambito la cui determinazione concreta dipende da elementi di fatto variabili da caso a caso". Forte e De Rossi (1974, p. 112), dal canto loro, ritengono che "È pregiudiziale la precisazione che in tali eventualità l'oggetto della stima è l'intero appezzamento di terreno di unico proprietario, corrispondente alla particella catastale, su parte della quale è stata imposta la servitù". Secondo Di Cocco (1978, p. 36), invece, "...la diminuzione deve essere riferita alla striscia di terreno direttamente asservita, così che i danni ammessi ad indennizzo sono tutti e soltanto quelli arrecati dalla condotta elettrica alla striscia medesima". Quanto appena riportato evidenzia l'assenza di specifici riferimenti metodologici tesi a definire la relazione tra fondo servente ed area asservita ai fini del calcolo dell'indennizzo, anche a causa della complessità delle situazioni aziendali esistenti.

Il secondo quesito, invece, non comporta dubbi di carattere estimativo. I succitati autori, in effetti, concordano circa la determinazione del deprezzamento attraverso i principi del valore complementare, introdotto dalla legge fondamentale sugli espropri n. 2359/1865. Nella fattispecie, secondo l'art. 46, la diminuzione del valore del fondo servente viene stimata mediante il criterio definito dall'art. 40, ossia mediante la differenza tra i valori di mercato del fondo prima e dopo l'asservimento (doppia stima del bene).

Circa il terzo quesito, il trend del deprezzamento all'interno del fondo servente al crescere della distanza dall'infrastruttura è di cruciale importanza in quanto, a seconda che sia o meno costante, l'indennizzo che ne scaturisce è sensibilmente differente. A tale proposito, Famularo (1969, p. 225) precisa che "...a misura che si estende l'ampiezza del fondo servente diminuisce l'intensità dell'effetto depressi-

vo del valore causato dal passaggio coattivo dell'elettrodotto e, viceversa, a misura che si restringe aumenta l'intensità dell'effetto stesso". Del resto, la progressiva riduzione dell'effetto svalutativo è un fenomeno ben noto in letteratura (Colwell 1990; Colwell e Foley 1979; Hamilton e Schwann 1995), ma del tutto trascurato nel nostro Paese in sede di stima dell'indennizzo.

In definitiva, i principi estimativi alla base dell'art. 123 del R.D. 1775/1933, seppur equi in linea di principio, richiedono alcuni approfondimenti, soprattutto in merito alla relazione tra area asservita e fondo servente, nonché alla variazione dell'effetto svalutativo nello spazio. Si tratta di due aspetti che, se non adeguatamente analizzati, possono condurre a stime sostanzialmente errate e quindi a situazioni conflittuali tra le parti interessate. In effetti, sono ormai piuttosto frequenti i casi di mancato accordo relativamente agli indennizzi stimati dai gestori delle reti elettriche, i quali riconoscono le due componenti d'indennizzo di cui al comma terzo dell'art. 123 (basate sul valore di mercato), ma trascurano l'effetto svalutativo a carico del fondo servente. Al contrario, i proprietari degli appezzamenti gravati da servitù non solo riconoscono l'esistenza di tale effetto, ma ritengono che esso si estenda, in maniera costante, ben oltre l'area asservita, fino a coinvolgere la totalità delle particelle costituenti l'appezzamento. Posizioni divergenti che spesso generano conflittualità tra soggetti realizzatori e proprietari dei fondi agricoli, così da richiedere l'intervento degli organi giudiziari preposti al fine di ricomporre le liti. Ciò comporta non pochi inconvenienti, tra cui ritardi nelle fasi di progettazione e costruzione delle infrastrutture ed incremento dei costi energetici, quindi una generale riduzione di benessere a carico degli utenti finali dell'energia erogata.

Con il presente lavoro si vogliono fornire risposte ai quesiti enunciati, così da consentire una equa stima dell'indennizzo per servitù di elettrodotto. In particolare, si è dell'idea che tale obiettivo possa essere perseguito attraverso lo studio del mercato fondiario, luogo in cui si incontrano domanda ed offerta, e dunque si concretizzano le preferenze e le aspettative dei contraenti. L'incidenza delle caratteristiche di un elettrodotto sul valore dei fondi in termini di prezzi marginali impliciti rispecchia il reale atteggiamento degli operatori verso tali infrastrutture, anche in relazione ad aspetti inerenti all'esercizio dell'azienda agricola, così da legittimarne l'impiego in sede di stima dell'indennizzo. Ciò consente di fare chiarezza sia sulla correttezza dell'operato dei soggetti realizzatori, che spesso trascurano la svalutazione subita dal fondo servente, sia sulla legittimità delle richieste avanzate dai proprietari, che invece ritengono quest'ultimo interamente svalutato, peraltro in maniera uniforme.

3. Materiali e Metodi

3.1 Indagine campionaria

Lo studio ha riguardato il mercato dei fondi agricoli ricadenti nei Comuni di Andria, Barletta, Canosa di Puglia, Minervino Murge, Trinitapoli e San Ferdinando

di Puglia (provincia di Barletta-Andria-Trani). Le produzioni maggiormente diffuse nel territorio in esame sono grano duro (mediamente il 15% della SAU), olive da olio (31%) ed uva da vino allevata a tendone (29%) (Istat, 2017), pertanto l'analisi è stata condotta sulle relative tipologie fondiarie, peraltro caratterizzate da combinazioni di impiego dei fattori della produzione sensibilmente differenti. Sono state quindi raccolte informazioni relativamente ad appezzamenti ricadenti esclusivamente in aree agricole e compravenduti tra il 2013 e il 2017, corrispondente a un periodo relativamente stabile del mercato fondiario nel territorio in oggetto. Per ciascuna delle suddette tipologie immobiliari, l'indagine ha consentito l'individuazione di due campioni, rispettivamente inerenti a fondi senza e con linee elettriche ad elevata tensione, ossia a 220-380 kV (Tabella 1). Le informazioni dei beni scambiati sono state reperite tramite notai (56%) e agenzie immobiliari (44%), che hanno reso possibile la consultazione di preliminari (39%) e atti di compravendita (61%), garantendo una buona qualità dei dati raccolti. In aggiunta, i notai e le agenzie consultati sono rispettivamente pari al 47% e al 72% di quelli operanti sull'intero territorio, favorendo una adeguata copertura dell'universo delle compravendite effettuate nel periodo di riferimento.

Interviste dirette ad agricoltori, notai e intermediari hanno consentito di individuare una serie di caratteristiche fondiarie in grado di influenzare il prezzo di mercato in assenza delle infrastrutture considerate, quali (etichette in parentesi):

- estensione del fondo (Superficie): influisce sulle economie di scala relative all'impiego dei fattori della produzione ed è direttamente correlata al prezzo di scambio;
- produzione unitaria (Produzione) per seminativi e vigneti, età delle piante (Età) per gli uliveti: influenzano la redditività aziendale e sono direttamente correlate al prezzo di mercato;
- distanza ortogonale tra il centro dell'appezzamento e la più vicina linea elettrica (Prossimità): indica l'influenza dell'infrastruttura sul valore dei fondi limitrofi ed è direttamente correlata al prezzo;
- distanza tra residenza del proprietario e appezzamento (Distanza): indica un più semplice e rapido raggiungimento del centro aziendale, oltre che una più efficace attività di sorveglianza, ed è inversamente correlata al prezzo di scambio;
- ubicazione dell'appezzamento lungo strade statali e provinciali (Strada): influenza il trasporto di beni e servizi tra azienda e rispettivi mercati, ed è direttamente correlata al prezzo.

Le seguenti variabili aggiuntive sono state poi considerate per gli appezzamenti gravati da servitù:

- rapporto tra area asservita, ossia occupata dalle componenti dell'infrastruttura (basamenti, cabine elettriche, strade di servizio, aree di proiezione dei conduttori, ecc.), e fondo scambiato (Esproprio): indica la porzione di suolo sottratta alle attività produttive, con ripercussioni anche sugli aspetti strutturali e manageriali (variazione del tracciato di strade interpoderali, variazione delle pratiche agronomiche, incremento dei costi di produzione, ecc.), ed è inversamente correlata al prezzo;
- altezza dei tralicci (Altezza): è funzione del voltaggio della linea, quindi influenza la percezione di disturbo degli operatori durante le attività agricole, ed è inversamente correlata al prezzo di scambio;

- tipo di intersezione (Intersezione): l'intersezione centrale è più invasiva di quella laterale a causa del maggiore impatto sulla configurazione aziendale, sia in termini strutturali che gestionali. Circa il trattamento della variabile, una linea elettrica divide un appezzamento in due particelle di uguale o differente estensione a seconda che l'intersezione sia rispettivamente centrale o laterale. Quindi è stato adoperato l'indice di Shannon-Wiener (Shannon 1948) al fine di caratterizzare la diversità delle aree delle particelle generate dall'attraversamento della linea elettrica. L'idea di fondo presuppone che più simili sono le aree delle particelle generate dall'intersezione, più alto è il valore di entropia dell'indice H , calcolato come:

$$H = (p_1, \dots, p_s) = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i \quad [1]$$

dove s è il numero delle particelle, mentre p_i è la porzione percentuale della particella i -esima rispetto all'intero fondo. Nel presente studio sono stati considerati appezzamenti intersecati da una sola linea elettrica, cosicché s è sempre uguale a due e $p_1 + p_2$ è pari alla superficie totale. L'indice di Shannon-Wiener è compreso tra zero (assenza di entropia), indicante una linea elettrica posizionata sul confine, e $1/2$ (entropia massima), in caso di linea elettrica perfettamente centrale. Pertanto la variabile è assunta inversamente correlata al prezzo. Tale approccio è stato preferito alla codifica dicotomica (laterale o centrale) in quanto di difficile attribuzione a causa dell'assenza di riferimenti geometrici, con il rischio di un elevato grado di soggettività. Al contrario, la misurazione della variabile mediante una scala continua consente di definire in maniera oggettiva il tipo di intersezione;

- distanza ortogonale tra il centro della linea elettrica ed il confine dell'appezzamento (Confine)²: consente di esaminare il trend spaziale del deprezzamento all'interno del fondo servente, ed è direttamente correlata al prezzo di scambio.

Circa le variabili inerenti alle caratteristiche intrinseche dei fondi agricoli, quali superficie, produzione, età delle piante e presenza di strade statali o provinciali, le relative informazioni sono state raccolte tramite le succitate fonti. Le variabili riferite alla distanza tra residenza del proprietario ed appezzamento e alla eventuale presenza di linee elettriche nelle aree circostanti il fondo sono state misurate in Google Maps. Infine, le variabili inerenti alle caratteristiche delle linee elettriche (area occupata, altezza dei tralicci, tipo di intersezione e distanza dell'elettrodotto dal confine del fondo) sono state quantificate mediante sovrapposizione, in ArcMap 10.4, tra mappe catastali e cartografie di Google Maps. Eventuali difficoltà nel reperimento delle suddette informazioni sono state superate mediante sopralluoghi in campo.

² La distanza è misurabile su entrambi i lati dell'infrastruttura, tuttavia nel presente studio è stata considerata quella maggiore. Si precisa, inoltre, che tale distanza è stata quantificata partendo dall'area di proiezione dei conduttori, e non dall'asse dell'infrastruttura.

3.2 Il modello

In linea con Lancaster (1966) e Rosen (1974), è stata adottata l'ipotesi secondo cui il prezzo di scambio relativo a fondi non gravati da servitù sia influenzato dalle sole caratteristiche intrinseche connesse agli aspetti di interesse puramente agronomico (superficie, produzione o età delle piante, presenza di strade statali o provinciali, distanza tra residenza del proprietario ed appezzamento, presenza di linee elettriche in vicinanza al fondo). In presenza di elettrodotto, poi, il prezzo di scambio è influenzato da ulteriori aspetti relativi alle linee elettriche (area occupata, altezza dei tralicci, tipo di intersezione e distanza tra elettrodotto e confine del fondo). La stima del modello è stata effettuata attraverso i minimi quadrati ordinari (OLS) (Wooldridge 2012), ad eccezione della variabile inerente al trend del deprezzamento. Per quest'ultima, la svalutazione è stata ipotizzata massima a partire dall'area di proiezione dei conduttori, per poi decrescere all'aumentare della distanza, fino ad azzerarsi, così da individuare una funzione reciproca (Colwell 1990). In definitiva, il modello stimato è dato dalla seguente espressione:

$$\ln P_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j x_{ij} + \sum_{l=1}^m \beta_l z_{il} + \beta_B (1/Confine_i) + \varepsilon_i \quad [2]$$

dove: P_i è il prezzo di mercato dell' i -esimo appezzamento e \ln è il suo logaritmo naturale; x_{ij} è la j -esima caratteristica dell' i -esimo fondo scambiato (superficie, produzione o età delle piante, presenza di strade statali o provinciali, distanza tra residenza del proprietario ed appezzamento e presenza di linee elettriche nelle aree circostanti il fondo); z_{il} è la l -esima caratteristica della linea elettrica all'interno dell' i -esimo appezzamento (area occupata, altezza dei tralicci e tipo di intersezione); la componente reciproca è riferita all'andamento della svalutazione all'interno del fondo i -esimo; β_0 , β_j , β_l e β_B sono i coefficienti da stimare; ε_i è il termine di errore.

La forma funzionale è di tipo semilogaritmico e consente di quantificare i migliori stimatori lineari corretti di β se le assunzioni del modello classico lineare sono soddisfatte (Gujarati e Porter 2009). In tal caso, le variazioni relative del prezzo P conseguenti ad una variazione assoluta di ciascun regressore possono essere calcolate moltiplicando i rispettivi stimatori per 100, *ceteris paribus*. La scelta di un simile modello è legata alla sua praticità di impiego, dal momento che consente la stima diretta delle percentuali di deprezzamento generate da ciascuna caratteristica della linea elettrica, consentendo poi la quantificazione dell'indennizzo totale.

La scelta della forma funzionale è stata effettuata mediante il J-test di Davidson e MacKinnon (1981). A tal fine è stata prima verificata l'ipotesi nulla a favore della forma lineare, e questo attraverso l'iniziale implementazione del modello log-lineare, i cui valori stimati sono stati poi inseriti in qualità di regressori aggiuntivi nel successivo modello lineare. Il relativo J-test è risultato pari a 47,18, quindi l'ipotesi nulla è stata rifiutata. Analoga procedura è stata eseguita per la forma log-

lineare. In tal caso il rispettivo J-test ha fornito un valore pari a 1,28, quindi l'ipotesi nulla non è stata rigettata.

Infine è stata verificata la multicollinearità tra le variabili indipendenti attraverso il coefficiente di correlazione ed il fattore di incremento della varianza (FIV). Quindi è stato implementato il criterio di selezione dei predittori di tipo stepwise, fissando il valore soglia di ingresso ed uscita delle variabili indipendenti dal modello pari a 0,05.

4. Risultati e discussione

Le statistiche descrittive riportate in tabella 1 evidenziano come la presenza di elettrodotti ad alta tensione (220-380 kV) influenzino i prezzi di mercato dei fondi inerenti alle colture in oggetto. La differenza è maggiormente accentuata per i vigneti, seguiti dagli uliveti ed infine dai seminativi, che invece fanno registrare un impatto più contenuto. Differenze significative emergono anche in merito alla superficie dei fondi scambiati e alla loro distanza dalla residenza dei proprietari: le linee elettriche ad elevata tensione sono maggiormente ubicate in aree distanti dai centri urbani, laddove, peraltro, i fondi risultano meno affetti dalle forme patologiche della polverizzazione e frammentazione, cosicché quelli gravati da servitù sono mediamente più lontani dai suddetti centri e più estesi. Inoltre, in tali aree la densità delle infrastrutture stradali è più bassa, pertanto i fondi gravati da servitù sono meno frequentemente ubicati lungo strade provinciali o statali.

L'analisi di multicollinearità ha evidenziato coefficienti di correlazione compresi tra 0,06 e 0,23, confermando l'assenza di una sovrapposizione di effetti tra le variabili esplicative. Tali risultati sono stati anche confermati dal FIV (Tabella 2), i cui valori sono abbondantemente al di sotto delle soglie generalmente adottate, pari a 5 (Snee 1973) o 10 (Marquandt 1980). Inoltre, tutti i modelli stimati hanno un valore dell' R^2 corretto compreso tra il 72% e l'87% ed una significatività del test F inferiore all'1%, indicando un buon adattamento.

Le stime OLS mostrano incidenze differenti dei regressori sul prezzo di mercato. In assenza di elettrodotto, la superficie scambiata evidenzia una relazione diretta con il prezzo per tutti gli indirizzi produttivi considerati, sostanzialmente a causa delle economie di scala generate. Anche le variabili strettamente connesse ai ricavi (produzione per seminativi e vigneti, ed età delle piante per gli uliveti) influenzano positivamente il prezzo, mentre la distanza tra fondo e residenza dei proprietari presenta una relazione inversa. Fanno tuttavia eccezione i seminativi, la cui bassa intensità di lavoro e capitale annulla l'influenza della distanza sulle attività agronomiche e manageriali, dunque sul prezzo. La vicinanza alla rete stradale ha un effetto positivo per tutte le tipologie fondiarie a causa del più rapido e semplice trasporto di beni e servizi, mentre la prossimità dei fondi ad eventuali elettrodotti ubicati nelle vicinanze non genera alcuna influenza.

In presenza di elettrodotto i modelli confermano le relazioni precedentemente osservate, tuttavia i regressori presentano una generale diminuzione sia della loro incidenza sul prezzo, sia della loro significatività, fino, in alcuni casi, ad es-

sere esclusi dalle espressioni di stima (superficie e distanza per gli uliveti; distanza e strada per i vigneti). Buona parte della varianza della variabile dipendente è invece spiegata dalle caratteristiche degli elettrodotti, le cui rispettive variabili presentano sempre una relazione inversa con il prezzo. Il tipo di intersezione è la principale causa di decurtazione, compresa tra l'11% ed il 33% per ogni variazione dell'indice di Shannon-Wiener, mentre l'occupazione dei suoli ad opera delle componenti dell'elettrodotto deprezza i fondi dell'1% per tutte le tipologie fondiarie considerate. L'altezza dei tralicci incide sui prezzi tra lo 0,04% e lo 0,06% per metro, mentre l'effetto svalutativo del fondo servente si attesta tra il 10% per i seminativi ed il 19% per i vigneti, per ogni variazione unitaria della variabile considerata (reciproco della distanza tra elettrodotto e confine dell'appezzamento).

In estrema sintesi, la presenza degli elettrodotti sui fondi agricoli dell'area in esame riduce sensibilmente l'influenza, positiva o negativa che sia, delle caratteristiche di interesse agronomico (superficie, produzione, età delle piante, ecc.) sul prezzo di scambio. Al contrario, su quest'ultimo incidono considerevolmente, e peraltro negativamente, le aree occupate dall'infrastruttura, l'altezza dei tralicci e il tipo di intersezione. In particolare, il valore stimato per l'area occupata (variabile *Esproprio*) coincide con quello di mercato (coefficiente pari a circa l'1%)³, in linea con l'indennità riconosciuta dagli enti gestori. Tuttavia sarebbe opportuno prendere in considerazione parametri aggiuntivi ai fini del calcolo dell'indennità complessiva, quali l'altezza dei tralicci e soprattutto il tipo di intersezione. Ne conseguono i deprezzamenti parziali e totali riportati in tabella 3.

Relativamente alla svalutazione del fondo servente, l'analisi ha mostrato l'esistenza di un concreto deprezzamento che va ben oltre l'area asservita. Tuttavia tale effetto svalutativo non è costante, ma decresce a partire dalla linea elettrica (o meglio dall'area di proiezione dei cavi sul terreno) fino ad annullarsi a circa 35 m per i seminativi, 45 m per gli uliveti e 70 m per i vigneti (Figura 1), su entrambi i lati dell'infrastruttura. Tale tendenza può essere spiegata considerando innanzitutto il differente impiego di lavoro richiesto dalle colture considerate. La coltivazione di grano duro è caratterizzata da considerevoli estensioni fondiarie (> 10 ettari), ma da un basso livello delle unità lavorative annue (< 50 ore/ettaro). Gli uliveti, invece, presentano mediamente superfici nettamente inferiori (< 5 ettari), ma un maggiore impiego del fattore lavoro (> 300 ore/ettaro). Infine, anche i vigneti sono caratterizzati da una ridotta estensione fondiaria (< 5 ettari) ma da un elevato impiego di unità di lavoro (> 400 ore/ettaro).

³ Ad esempio, si considerino i seminativi in presenza di elettrodotto, con prezzo di scambio medio pari a circa 20.000 €/ha (Tabella 1). Il relativo coefficiente della variabile *Esproprio*, pari a -0,0115 e moltiplicato per 100 (Tabella 2), indica la variazione percentuale del prezzo di scambio (equivalente a 200 €) per una variazione unitaria del regressore (1% di 1 ettaro, pari a 100 m²). Pertanto, il valore della superficie occupata è di circa 2 €/m², coincidente con il valore di mercato dei seminativi.

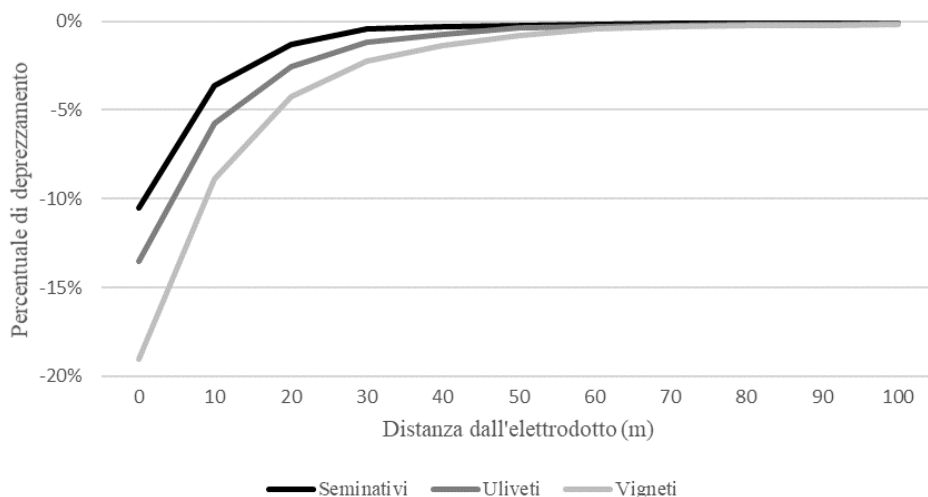
Tabella 2. Risultati dell'analisi OLS.

| Variabile | Seminativi | | | | | | Uliveti | | | | | | Vigneti | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|----------|------------------|---------|--------------------|--------|------------------|----------|--------------------|---------|------------------|--------|--------------------|----------|------------------|---------|--------------------|--------|------------------|----------|-----|--|
| | Senza elettrodotto | | Con elettrodotto | | Senza elettrodotto | | Con elettrodotto | | Senza elettrodotto | | Con elettrodotto | | Senza elettrodotto | | Con elettrodotto | | Senza elettrodotto | | Con elettrodotto | | | |
| | Coef. | Err. St. | FIV | Coef. | Err. St. | FIV | Coef. | Err. St. | FIV | Coef. | Err. St. | FIV | Coef. | Err. St. | FIV | Coef. | Err. St. | FIV | Coef. | Err. St. | FIV | |
| Intercetta | 10,6271 | 0,2765 | 0 | 10,0322 | 0,5598 | 0 | 10,5100 | 0,7739 | 0 | 9,9362 | 1,0604 | 0 | 10,1842 | 0,6956 | 0 | 10,4377 | 1,1211 | 0 | | | | |
| Superficie | 0,0318 | 0,0065 | 1,2432 | 0,0205 | 0,0049 | 1,2748 | 0,0219 | 0,0035 | 1,1970 | | | | 0,0245 | 0,0038 | 1,1600 | 0,0236 | 0,0058 | 1,0482 | | | | |
| Produzione | 0,0796 | 0,0186 | 1,1649 | 0,0618 | 0,0074 | 1,3680 | - | - | - | - | - | - | 0,0138 | 0,0015 | 1,2475 | 0,0120 | 0,0016 | 1,0054 | | | | |
| Età | - | - | - | - | - | - | 0,0024 | 0,0004 | 1,2202 | 0,0011 | 0,0002 | 1,0447 | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| Distanza | | | | | | | -0,0062 | 0,0013 | 1,2538 | | | | -0,0063 | 0,0013 | 1,1783 | | | | | | | |
| Strada | 0,0760 | 0,0125 | 1,1133 | 0,0533 | 0,0054 | 1,1495 | 0,0724 | 0,0089 | 1,1960 | 0,0516 | 0,0102 | 1,1183 | 0,0754 | 0,0110 | 1,0429 | | | | | | | |
| Prossimità | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| Esproprio | - | - | - | -0,0115 | 0,0010 | 1,2738 | - | - | - | -0,0123 | 0,0015 | 1,2180 | - | - | - | -0,0127 | 0,0013 | 1,2703 | | | | |
| Altezza | - | - | - | -0,0004 | 0,0001 | 1,1048 | - | - | - | -0,0004 | 0,0001 | 1,1379 | - | - | - | -0,0006 | 0,0001 | 1,1529 | | | | |
| Intersezione | - | - | - | -0,1140 | 0,0141 | 1,1933 | - | - | - | -0,1860 | 0,0156 | 1,1728 | - | - | - | -0,3269 | 0,0304 | 1,1840 | | | | |
| Confine | - | - | - | -0,1049 | 0,0209 | 1,1601 | - | - | - | -0,1353 | 0,0145 | 1,1924 | - | - | - | -0,1905 | 0,0225 | 1,1606 | | | | |
| R ² | 0,8759 | | | 0,8410 | | | 0,7517 | | | 0,7391 | | | 0,8318 | | | 0,7836 | | | | | | |
| R ² corr. | 0,8662 | | | 0,8286 | | | 0,7323 | | | 0,7187 | | | 0,8187 | | | 0,7667 | | | | | | |
| Test F | 39,65 | <0,0001 | | 36,27 | <0,0001 | | 28,50 | <0,0001 | | 26,34 | <0,0001 | | 34,17 | <0,0001 | | 31,86 | <0,0001 | | | | | |
| N. | 62 | | | 53 | | | 47 | | | 45 | | | 56 | | | 40 | | | | | | |

Tabella 3. Deprezzamento per caratteristica dell'elettrodotto e per coltura.

| | Valore di riferimento | | Seminativi | | Uliveti | | Vigneti | |
|--------------------------------|-----------------------|------|------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | Min. | Max. | Min. | Max. | Min. | Max. | Min. | Max. |
| Area occupata (%) | - | - | -1,00% | -1,00% | -1,00% | -1,00% | -1,00% | -1,00% |
| Altezza (m) | 18 | 50 | -0,72% | -2,00% | -0,72% | -2,00% | -1,08% | -3,00% |
| Intersezione (Indice di S.-W.) | 0 | 0,5 | 0,00% | -5,70% | 0,00% | -9,30% | 0,00% | -16,35% |
| Totale | | | -1,72% | -8,70% | -1,72% | -12,30% | -2,08% | -20,35% |

Figura 1. Deprezzamento in funzione della distanza dall'elettrodotto.



Pertanto, una maggiore permanenza nei fondi, richiesta dalle attività agricole manuali e meccanizzate, potrebbe comportare una più estesa svalutazione del fondo servente, anche in funzione della percezione del rischio per la salute umana derivante dall'esposizione ai campi elettromagnetici. In aggiunta, la presenza dell'infrastruttura potrebbe rendere più difficoltose le attività meccanizzate o addirittura costituire un vincolo al layout dell'impianto tale da determinare un effetto svalutativo più intenso ed esteso. L'area deprezzata risulta così più ampia per i vigneti rispetto agli uliveti e soprattutto ai seminativi. Ad ogni modo, la presenza di linee elettriche nelle aree circostanti non contribuisce al deprezzamento (variabile *Prossimità*). Quanto fin qui esposto evidenzia come gli enti preposti debbano riconoscere una svalutazione del fondo servente, ma limitatamente ad una fascia di terreno posta su entrambi i lati della linea, la cui ampiezza varia a seconda della coltura praticata e dell'estensione dell'appezzamento. Tuttavia, anche le richieste

dei proprietari appaiono spesso eccessive e poco coerenti con gli apprezzamenti da loro stessi riconosciuti in sede di scambio⁴.

L'approccio metodologico qui adoperato si differenzia in maniera sostanziale da altri riportati in letteratura, e basati sull'individuazione degli elementi che concorrono alla diminuzione di valore del fondo servente (cfr. §1), ai quali vengono poi attribuiti specifici coefficienti di svalutazione. Benvenuti *et al.* (1993), anche in base ad una ricognizione dei criteri adottati dall'ENEL, hanno suggerito i seguenti elementi/parametri: a) rapporto tra superficie asservita e superficie del fondo (Sa/St), intendendo per fondo l'insieme delle particelle contigue dello stesso proprietario; b) tipo di intersecazione del fondo come inteso sopra; c) altezza dei conduttori; d) limitazione della potenzialità agricola sulle quali passano i conduttori (Tabella 4). Partendo da un minimo del 3% (fissato a priori), la svalutazione complessiva può raggiungere un valore massimo del 20%, indipendentemente dalla coltura e soprattutto dal reale atteggiamento degli operatori in sede di transazione.

Tabella 4. Indici di svalutazione adottati da Enel S.p.A.

| Indice | Soglia | Svalutazione |
|---|------------------|--------------|
| Sa/St | fino al 30% | 1% |
| | da 31% a 60% | 2% |
| | da 61% a 100% | 3% |
| Intersecazione | Laterale | 1% |
| | Centrale | 2% |
| | Trasversale | 3% |
| Altezza | da 7 a 13 metri | 3% |
| | da 13 a 18 metri | 2% |
| | oltre i 18 metri | 0% |
| Limitazione della potenzialità agricola | 0-8% | |

Il presente studio, invece, ha evidenziato impatti medi sensibilmente differenti per coltura, e riferiti non solo ai disagi di natura prettamente agricola, ma anche a quelli di carattere estetico e paesaggistico, nonché alla percezione del rischio per la salute umana conseguente ai campi elettromagnetici (Acciani e Sardaro, 2014).

⁴ I risultati ottenuti sono in linea con alcune recenti sentenze della Corte di Cassazione relativamente al deprezzamento del fondo servente, in particolare: Corte di Cassazione, I sezione civile, 10 gennaio 2013, n° 528; Corte di Cassazione, 28 luglio 2010, n° 17680; Corte di Cassazione, I sezione civile, 28 maggio 2012, n° 8433; Corte di Cassazione, I sezione civile, 24 maggio 2012, n° 12636.

L'attitudine dei proprietari a esigere cospicui indennizzi soprattutto per il deprezzamento del fondo servente potrebbe essere spiegata anche tramite alcuni atteggiamenti strategici, tra cui l'egoistico "Not-In-My-Backyard" (NIMBY) (Kyle 2013; Cain e Nelson 2013) ed il "place attachment", ossia il senso di attaccamento verso i luoghi in cui i proprietari vivono e lavorano (Joe *et al.* 2016; Aas *et al.* 2014; Cotton e Devine-Wright 2013; Devine-Wright 2013). Questi comportamenti sembrano connessi a diversi fattori di natura sociodemografica, tra cui il sesso, l'età, il livello di istruzione, ma soprattutto alle caratteristiche del progetto, al riconoscimento dei diritti delle parti coinvolte, alla fiducia nei confronti dell'ente realizzatore, ecc. È anche possibile osservare come i proprietari riconoscano livelli differenti di deprezzamento nei momenti antecedenti (prima della costruzione) e successivi (scambio di fondi con elettrodotto) all'imposizione della servitù. Al di là degli ovvi interessi di parte tesi ad ottenere il più alto compenso possibile in caso di nuova linea elettrica, il comportamento potrebbe essere spiegato riconoscendo un effetto "diluizione" nel tempo. Cosicché l'impatto generato dagli elettrodotti sul valore del fondo servente, considerato rilevante durante le fasi di pianificazione e costruzione, tende ad essere progressivamente ridimensionato (Chalmers e Voorvaart 2009; Pitts e Jackson 2007).

In definitiva, lo studio degli apprezzamenti attribuiti dagli operatori del mercato fondiario alle caratteristiche dell'infrastruttura consente di comprendere il reale impatto in termini svalutativi dell'imposizione della servitù di elettrodotto, così da definire equi criteri di indennizzo. Gli enti gestori devono riconoscere un decremento di valore del fondo servente che è funzione della sua estensione, nonché della coltura praticata e del tipo di intersezione. In aggiunta, la definizione di percorsi partecipativi e collaborativi in fase di pianificazione può sensibilmente favorire una riduzione delle situazioni conflittuali (Ritchie *et al.*, 2013; Casini *et al.*, 2015; Sardaro *et al.*, 2017), incrementando la fiducia dei proprietari e migliorando la qualità degli interventi progettuali (Steinbach 2013; Tempesta e Vecchiato 2017; Sardaro *et al.*, 2015; Beierle e Konisky 1999; Tempesta e Vecchiato, 2015; Marangon *et al.*, 2018; De Salvo *et al.*, 2018). Gli enti gestori, quindi, dovrebbero implementare percorsi ben strutturati, trasparenti e ad elevato impatto comunicativo (Ciupuliga e Cuppen 2013; Sardaro *et al.*, 2016) al fine di migliorare il senso di fiducia sociale ed aumentare l'accettabilità delle infrastrutture (AA.VV., 2004; Casini, 2005; Schively 2007; Mohanty e Tandon 2006; Roussopoulos 2005; Sardaro *et al.*, 2018b; Guarino, 2017). Trascurare i suddetti aspetti, invece, potrebbe favorire l'assenza di fiducia verso gli enti responsabili delle fasi di pianificazione, costruzione e gestione delle linee elettriche (Ceglarz *et al.* 2017; Jenkin-Smith *et al.* 2009; Schively 2007) a causa dell'aumento del senso di esclusione dal processo decisionale da parte dei proprietari (Gross 2007). L'assenza di riferimenti tecnico-normativi trasparenti, chiari ed equi (Battaglini *et al.* 2012), il tutto inserito in un contesto istituzionale sfavorevole (Friedl e Reichl 2016; Devine-Wright 2009), potrebbe generare asimmetrie informative a discapito dei titolari dei fondi (Lienert *et al.* 2018), favorendo fallimenti progettuali e/o incremento dei costi di pianificazione e costruzione, nonché di erogazione dell'energia prodotta a favore della collettività. Si auspica, quindi, che un argomento così complesso venga adeguatamente affrontato in tutte le

sue molteplici sfaccettature di natura sociale, politica e di mercato (Devine-Wright *et al.* 2017).

5. Conclusioni

Lo studio relativo all'influenza delle caratteristiche delle linee elettriche ad alta tensione sul valore dei fondi agricoli può agevolare le attività di pianificazione, costruzione e gestione di tali infrastrutture. La presente ricerca ha evidenziato tre importanti aspetti. Il primo riguarda gli enti gestori, che dovrebbero ricorrere a criteri di quantificazione dell'indennizzo basati sui risultati del mercato fondiario al fine di favorirne l'accettabilità. Pertanto, il compenso da riconoscere ai proprietari dovrebbe riguardare l'area occupata, l'altezza dei tralicci, il tipo di intersezione ed il deprezzamento del fondo servente. I restanti due aspetti riguardano i proprietari che, sulla base di criteri spesso soggettivi, denunciano la svalutazione dell'intero fondo servente anche se particolarmente esteso (svariate decine o centinaia di ettari), così da generare consistenti richieste di indennizzo. Al contrario, lo studio ha evidenziato che, in sede di transazione di fondi gravati da servitù nell'area oggetto di studio: a) le linee elettriche ad alta tensione non impattano sull'intero fondo servente, ma su una ristretta fascia posta su entrambi i lati dell'infrastruttura; b) l'effetto svalutativo non agisce costantemente all'interno della suddetta area, ma, partendo da un valore massimo in corrispondenza della linea elettrica, tende progressivamente a decrescere, fino ad azzerarsi a 35-70 m dalla stessa, a seconda dell'indirizzo produttivo. Va comunque precisato come tali risultati siano riferibili esclusivamente ai mercati fondiari esaminati per l'area di studio, dunque ad aziende cerealicole, olivicole e viticole caratterizzate da un unico indirizzo produttivo ed operanti negli agri considerati della provincia di Barletta-Andria-Trani. Ulteriori studi andrebbero condotti in merito ad unità produttive con indirizzo misto o caratterizzate da layout più complessi dell'infrastruttura (copresenza di più linee elettriche su una stessa azienda, biforcazioni dell'infrastruttura, ecc.).

In definitiva, sarebbe opportuno individuare equi criteri di indennizzo attraverso specifici studi del mercato fondiario, anche se spesso difficili da realizzare per l'assenza di trasparenza e scarsa vivacità delle transazioni. Ciò richiede, altresì, la conoscenza delle caratteristiche delle linee elettriche in termini di ubicazione, voltaggio, estensione della superficie asservita, altezza dei tralicci, ecc., informazioni tuttavia non rese facilmente disponibili dagli enti preposti. Pertanto, un'indagine di mercato finalizzata alla quantificazione dell'indennizzo da imposizione di servitù di elettrodotto ad oggi può essere condotta nel nostro Paese solo attraverso lunghe e costose indagini (in tal caso oltre un anno). Si auspica, al contrario, una organica raccolta e gestione di tutte le necessarie informazioni immobiliari e infrastrutturali sull'intero territorio nazionale, consentendo anche un aggiornamento periodico dei dati a supporto della qualità delle stime nel tempo.

Bibliografia

- AA.VV. (2004). Progress towards Meeting the Requirements of the European SEA Directive. *European Environment* 4: 3.
- Aas Ø., Devine-Wright P., Tangeland T., Batel S. e Ruud A. (2014). Public beliefs about high-voltage power lines in Norway, Sweden and the United Kingdom: a comparative survey. *Energy Research & Social Science* 2: 30-37.
- Acciani C. e Sardaro R. (2014). Perception of risk by electromagnetic fields in the context of power-line easement: impact on agricultural land value. *Aestimum* 64: 39-55.
- Battaglini A., Komendantova N., Brtnik P. e Patt A. (2012). Perception of barriers for expansion of electricity grids in the European Union. *Energy Policy* 47: 254-259.
- Beierle T. e Konisky D. (1999). Public participation in environmental planning in the Great Lakes region. Resources for the Future.
- Benvenuti S., Dini M. e Marano W. (1993). *L'indennità nelle servitù coattive di elettrodotto: alcune considerazioni*. In: Le servitù per condotte aperte e sotterranee: implicazioni tecniche, urbanistiche sociali, giuridiche, economico-estimative, Atti del XXIII Incontro Ce.S.E.T. - Centro di Studi di Estimo e di Economia Territoriale, Sala Convegni - Cassa di Risparmio di Firenze, Firenze, 4 giugno.
- Cain N.L. e Nelson H.T. (2013). What drives opposition to high-voltage transmission lines? *Land Use Policy* 33: 204-213.
- Casini L. (2005). *Benessere e valutazione delle grandi opere*. In: Marone E. (a cura di), Le grandi infrastrutture: approcci di ordine giuridico, economico ed estimativo, Atti del XXXIV Incontro Ce.S.E.T. - Centro di Studi di Estimo e di Economia Territoriale, Firenze, 15-16 ottobre 2004, Firenze University Press.
- Casini L., Marone E., Scozzafava G. (2015). Analysis of the relationship between land values and public aid: possible impacts on land use. *Aestimum* 66: 63-78.
- Ceglarz A., Beneking A., Ellenbeck S. e Battaglini A. (2017). Understanding the role of trust in power line development projects: Evidence from two case studies in Norway. *Energy Policy* 110: 570-580.
- Chalmers J.A. e Voorvaart F.A. (2009). High-voltage transmission lines: proximity, visibility, and encumbrance effects. *The Appraisal Journal*, Summer.
- Ciupuliga A.R. e Cuppen E. (2013). The role of dialogue in fostering acceptance of transmission lines: the case of a France-Spain interconnection project. *Energy Policy* 60: 224-233.
- Colwell P.F. (1990). Power lines and land values. *Journal of Real Estate Research* 5: 117-127.
- Colwell P.F. e Foley K.W. (1979). Electric transmission lines and the selling price of residential property. *Appraisal Journal*, October: 490-499.
- Cotton M. e Devine-Wright P. (2013). Putting pylons into place: a UK case study of public perspectives on the impacts of high voltage overhead transmission lines. *Journal of Environmental Planning and Management* 56: 1225-1245.
- Davidson R. e MacKinnon J.G. (1981). Several tests for model specification in the presence of alternative hypotheses. *Econometrica* 49: 781-793.
- De Salvo M., Signorello G., Cucuzza G., Begalli D. e Agnoli L. (2018). Estimating preferences for controlling beach erosion in Sicily. *Aestimum* 72: 27-38.
- Del Giudice V. (1993). *Elettrodotti in condotta sotterranea ed in linea aerea: incidenza dell'attraversamento sulla misura dell'indennità*. In: Le servitù per condotte aperte e sotterranee: implicazioni tecniche, urbanistiche sociali, giuridiche, economico-estimative, Atti del XXIII Incontro Ce.S.E.T. - Centro di Studi di Estimo e di Economia Territoriale, Sala Convegni - Cassa di Risparmio di Firenze, Firenze, 4 giugno.
- Devine-Wright P. (2009). Rethinking NIMBYism: the role of place attachment and place identity in explaining place-protective action. *Journal of Community & Applied Social Psychology* 19: 426-441.
- Devine-Wright P., Batel S., Aas O., Sovacool B., Labelle M.C. e Ruud A. (2017). A conceptual framework for understanding the social acceptance of energy infrastructure: Insights from energy storage. *Energy Policy* 107: 27-31.

- Di Cocco E. (1978). *L'indennità per servitù da elettrodotto*. Bologna, Edizioni Calderini.
- Famularo N. (1969). *Teoria e pratica delle stime*. Torino, UTET.
- Forté C. e De Rossi B. (1974). *Principi di economia ed estimo*. Milano, Etas Libri.
- Friedl C. e Reichl J. (2016). Realizing energy infrastructure projects - A qualitative empirical analysis of local practices to address social acceptance. *Energy Policy* 89: 184-193.
- Giacomelli P. e Teldeschi E. (2005). *I Nuovi elettrodotti. Dalla valutazione ambientale strategica alla servitù*. In: Marone E. (a cura di), *Le grandi infrastrutture: approcci di ordine giuridico, economico ed estimativo*, Atti del XXXIV Incontro Ce.S.E.T - Centro di Studi di Estimo e di Economia Territoriale, Firenze, 15-16 ottobre 2004, Firenze University Press.
- Gross C. (2007). Community perspectives of wind energy in Australia: the application of a justice and community fairness framework to increase social acceptance. *Energy Policy* 3: 2727-2736.
- Guarino M. (2017). Evaluation of the landscape in Posillipo between natural and built environment. *Aestimum* 71: 215-245.
- Gujarati D.N. e Porter D.C. (2009). *Basic econometrics*, 5th ed. New York McGraw-Hill.
- Hamilton S.W. e Schwann G.M. (1995). Do high voltage electric transmission lines affect property value? *Land Economics* 71: 436-444.
- Jenkins-Smith H., Silva C.L., Nowlin M.C. e deLozier G. (2009). *Reevaluating NIMBY: evolving public fear and acceptance in siting a nuclear waste facility*. Working Paper. Retrieved from May. http://www.ipd.gu.se/digitalAssets/1291/1291660_Jenkins-Smith_paper.pdf.
- Joe J.C., Hendrickson K., Wong M., Kane S.L., Solan D., Carlisle J.E., Koehler D., Ames D.P. e Beazer R. (2016). Political efficacy and familiarity as predictors of attitudes towards electric transmission lines in the United States. *Energy Research & Social Science* 17: 127-134.
- Kyle Z. (2013). Not in my backyard: the north loop – or something like it – is inevitable. *The Post Register*, February 10.
- Lancaster K.J. (1966). A new approach to consumer theory. *The Journal of Political Economy* 74: 132-157.
- Lienert P., Sütterlin B. e Siegrist M. (2018). Public acceptance of high-voltage power lines: The influence of information provision on undergrounding. *Energy Policy* 112: 305-315.
- Marangon F., Troiano S., Nassivera F., Cosmina M. e Gallenti G. (2018). La valutazione monetaria dei servizi ecosistemici marini: un'indagine sulle trezze nell'Alto Adriatico e i Millennials. *Aestimum* 72: 61-79.
- Marquardt D.W. (1980). You should standardize the predictor variables in your regression models. Discussion of: A critique of some ridge regression methods, by Smith G., Campbell F.J. *American Statistical Association* 75: 87-91.
- Medici G. (1972). *Principi di Estimo*. Bologna, Edizioni Calderini.
- Mohanty R. e Tandon R. (2006). *Participatory citizenship: identity, exclusion, inclusion*. Sage Publications, Thousand Oaks, New Delhi, California.
- Pitts J.M. e Jackson T.O. (2007). Power lines and property values revisited. *The Appraisal Journal*, Fall: 323-325.
- Ritchie H., Hardy M., Lloyd M.G. e McGreal S. (2013). Big pylons: mixed signals for transmission. Spatial planning for energy distribution. *Energy Policy* 63: 311-320.
- Rosen S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy* 82: 34-35.
- Roussopoulos D. (2005). *The participatory democracy: prospects for democratizing democracy*. Black Rose Books Montreal, New York, London.
- Sardaro R., Bozzo F. e Fucilli V. (2018a). High-voltage overhead transmission lines and farmland value: evidences from the real estate market in Apulia, southern Italy. *Energy Policy* 119: 449-457.
- Sardaro R., Bozzo F. e Fucilli V. (2018b). The choice experiment and the stochastic profit frontier: a methodological approach for groundwater preservation policies. *Aestimum* 72, 81-107.
- Sardaro R., Fucilli V. e Acciani C. (2015). Measuring the value of rural landscape in support of preservation policies. *Scienze Regionali* 14: 125-138.

- Sardaro R., Marcuccio F., Fucilli V., Bozzo F., Petrontino A., Acciani C. (2016). The collapse phenomena of cliffs in Salento: the preferences of community in support to the renewal and management interventions. *Aestimum* 69: 113-129.
- Sardaro R., Pieragostini E., Rubino G. e Petazzi F. (2017). Impact of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* on profit efficiency in semi-extensive dairy sheep and goat farms of Apulia, southern Italy. *Preventive Veterinary Medicine* 136: 56-64.
- Schively C. (2007). Understanding the NIMBY and LULU phenomena: reassessing our knowledge base and informing future research. *Journal of Planning Literature* 21: 255-266.
- Shannon C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* 27: 379-423 and 623-656.
- Snee R.D. (1973). Some aspects of nonorthogonal data analysis, Part I. Developing Prediction Equations. *Journal of Quality Technology* 5: 67-79.
- Steinbach A. (2013). Barriers and solutions for expansion of electricity grids - The German experience. *Energy Policy* 63: 224-229.
- Tempesta T. e Vecchiato D. (2015). Testing the difference between experts' and lay people's landscape preferences. *Aestimum* 66: 1-41.
- Tempesta T. e Vecchiato D. (2017). Valuing the landscape benefits of rural policies actions in Veneto (Italy). *Aestimum* 70: 7-30.
- Wooldridge J.M. (2012). *Introductory econometrics: a modern approach*. South-Western Pub.

Rassegna giurisprudenziale

(a cura di Nicola Lucifero)

AGRICOLTURA

CGUE, 7 agosto 2018, C-59/17, Château du Grand Bois SCI c. *Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer (FranceAgriMer)*

Rinvio pregiudiziale – Agricoltura – Mercato vitivinicolo – Regolamento (CE) n. 555/2008 – Aiuti alla ristrutturazione e alla riconversione dei vigneti – Controlli in loco senza preavviso – Competenze degli agenti di controllo – Possibilità per gli agenti di entrare in un'azienda agricola senza aver ottenuto il consenso del coltivatore

Gli articoli 76, 78 e 81 del regolamento (CE) n. 555/2008 della Commissione, del 27 giugno 2008, recante modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 479/2008 del Consiglio relativo all'organizzazione comune del mercato vitivinicolo, in ordine ai programmi di sostegno, agli scambi con i paesi terzi, al potenziale produttivo e ai controlli nel settore vitivinicolo, devono essere interpretati nel senso che essi non autorizzano gli agenti che effettuano un controllo in loco ad entrare in un'azienda agricola senza aver ottenuto il consenso del coltivatore.

CGUE, 7 agosto 2018, C-120/2017, *Administratīvā rajona tiesa contro Ministru kabinets*

Rinvio pregiudiziale – Agricoltura – Sostegno allo sviluppo rurale – Regolamento (CE) n. 1257/1999 – Articoli da 10 a 12 – Aiuto al prepensionamento – Normativa nazionale che prevede la trasmissione mortis causa dell'aiuto al prepensionamento – Normativa approvata dalla Commissione europea – Successivo cambiamento di posizione – Tutela del legittimo affidamento

1) *Gli articoli da 10 a 12 del regolamento (CE) n. 1257/1999 del Consiglio, del 17 maggio 1999, sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo di orientamento e di garanzia (FEAOG) e che modifica ed abroga taluni regolamenti, devono essere interpretati nel senso che essi ostano a che, nell'ambito dell'attuazione di tali articoli, gli Stati membri adottino misure che permettono la trasmissione mortis causa di un aiuto al prepensionamento come quello di cui al procedimento principale.*

2) *Il principio di tutela del legittimo affidamento deve essere interpretato nel senso che una normativa nazionale come quella di cui trattasi nel procedimento principale, che prevedeva la trasmissione mortis causa dell'aiuto al prepensionamento e che era stata dichiarata compatibile con il regolamento n. 1257/1999 dalla Commissione europea, ha generato un legittimo affidamento in capo agli eredi degli imprenditori agricoli che avevano beneficiato di tale aiuto, e che una conclusione come quella menzionata nel verbale della riunione del comitato per lo sviluppo rurale della Commissione europea del 19 ottobre 2011, secondo la quale detto aiuto non è trasferibile mortis causa, non ha fatto cessare tale legittimo affidamento.*

CGUE, 7 giugno 2018, C-44/2017, *Scotch Whisky Association, contro Michael Klotz*
Rinvio pregiudiziale – Protezione delle indicazioni geografiche delle bevande alcoliche – Regolamento (CE) n. 110/2008 – Articolo 16, lettere da a) a c) – Allegato III – Indicazione geografica registrata come “Scotch Whisky” – Whisky prodotto in Germania e commercializzato con la denominazione “Glen Buchenbach”

1) *L'articolo 16, lettera a), del regolamento (CE) n. 110/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 gennaio 2008, relativo alla definizione, alla designazione, alla presentazione, all'etichettatura e alla protezione delle indicazioni geografiche delle bevande spiritose e che abroga il regolamento (CEE) n. 1576/89 del Consiglio, deve essere interpretato nel senso che, per accertare l'esistenza di un «impiego commerciale indiretto» di un'indicazione geografica registrata, occorre che l'elemento controverso sia utilizzato in una forma che sia identica a tale indicazione, oppure simile dal punto di vista fonetico e/o visivo. Non è dunque sufficiente che detto elemento possa suscitare, nella mente del pubblico di riferimento, una qualsivoglia associazione con l'indicazione di cui trattasi o con la relativa zona geografica.*

2) *L'articolo 16, lettera b), del regolamento n. 110/2008 deve essere interpretato nel senso che, per accertare l'esistenza di un'«evocazione» di un'indicazione geografica registrata, spetta al giudice del rinvio valutare se il consumatore europeo medio, normalmente informato e ragionevolmente attento e avveduto, in presenza della denominazione controversa sia indotto ad avere direttamente in mente, come immagine di riferimento, la merce che beneficia dell'indicazione geografica protetta. Nell'ambito di tale valutazione detto giudice, in mancanza, in primo luogo, di una similarità fonetica e/o visiva della denominazione controversa con l'indicazione geografica protetta e, in secondo luogo, di un'incorporazione parziale di tale indicazione in tale denominazione, deve tener conto, se del caso, della somiglianza concettuale fra detta denominazione e detta indicazione.*

L'articolo 16, lettera b), del regolamento n. 110/2008 deve essere interpretato nel senso che, per accertare l'esistenza di un'«evocazione» di un'indicazione geografica registrata, non occorre tener conto del contesto in cui si inserisce l'elemento controverso e, in particolare, del fatto che quest'ultimo sia corredato da una precisazione circa la vera origine del prodotto in questione.

3) *L'articolo 16, lettera c), del regolamento n. 110/2008 deve essere interpretato nel senso che, per accertare l'esistenza di una «indicazione falsa o ingannevole», vietata da tale disposizione, non occorre tener conto del contesto nel quale l'elemento controverso è utilizzato.*

Cass., 30 luglio 2018, n. 20068

Piccola proprietà contadina - Regularizzazione del titolo di proprietà usucapione speciale per la piccola proprietà rurale - Decreto di riconoscimento della proprietà - Natura di sentenza - Esclusione - Opposizione- Estinzione del giudizio - Effetti - Passaggio in giudicato del decreto - Configurabilità - Esclusione

In tema di usucapione speciale prevista dall'art. 1159 bis c.c., il decreto di riconoscimento della proprietà rurale di cui alla legge n.346 del 1976 non ha valore di sentenza e, quindi, non è idoneo a passare in cosa giudicata, conferendo solo una presunzione di appartenenza del bene a favore del beneficiario del provvedimento fino a quando, a seguito dell'opposizione di cui all'art. 3 della citata legge o di un autonomo giudizio, non vi sia stata una pronuncia di accertamento della proprietà; ne consegue che l'eventuale estinzione del giudizio di opposizione determina la caducazione e non la consolidazione del decreto che sia stato emesso.

Cons. Stato, 22 giugno 2018, n. 3889

Agricoltura - Allevamento di animali – Cavalli da corsa

L'attività diretta alla riproduzione e all'allevamento di cavalli da corsa non può qualificarsi come attività agraria, richiedendo la stessa un complesso di conoscenze tecniche in un settore particolare, che esula del tutto da quello propriamente agricolo e non rientra nell'esercizio normale dell'agricoltura.

Cass., 20 febbraio 2018, n. 4058

Agricoltura e foreste - Sanzioni amministrative - Applicazione - Opposizione.

La domanda finalizzata all'ottenimento del contributo comunitario per le spese di imboschimento di superfici agricole può provenire anche da una mera persona fisica o giuridica o da imprenditori agricoli che non fruiscano del regime di prepensionamento previsto dal regolamento CEE n. 2079 del 1992. Ciò in quanto l'art. 2, par. 2, del regolamento CEE n. 2080 del 1992 non prescrive quale requisito essenziale che tale domanda sia proposta da un imprenditore agricolo in senso proprio e, trattandosi di fonte normativa primaria sovranazionale direttamente efficace nell'ordinamento interno, prevale sulle difformi disposizioni nazionali che, al contrario, detto requisito richiedano

Cass., 7 febbraio 2018, n. 2941

Agricoltura e foreste - Piccola proprietà contadina - Agevolazioni tributarie - Certificato attestante la sussistenza dei necessari requisiti - Onere di produzione tempestiva - Sussistenza - Limiti.

In tema di agevolazioni fiscali per l'acquisto di terreni agricoli stabilite, a favore della piccola proprietà contadina, dalla legge n. 604 del 1954, il contribuente che non adempia l'obbligo di produrre il previsto certificato definitivo entro il prescritto termine di decadenza di tre anni dalla registrazione dell'atto (ove stipulato prima dell'entrata in vigore della legge n. 25 del 2010), perde il diritto al beneficio, salvo che dimostri di essersi attivato per conseguire la documentazione in tempo utile e che il superamento del predetto termine sia dovuto all'inerzia degli uffici competenti e non alla propria negligenza nel richiedere o sollecitare il rilascio del certificato

T.A.R. Lazio Roma, 05 ottobre 2018, n. 9751

Boschi e foreste – rimboschimento

L'obbligo di rimboschimento compensativo a seguito della trasformazione di terreni boscati per la realizzazione di un metanodotto interrato presuppone che l'intervento posto in essere determini una trasformazione del bosco, intesa come altra destinazione del suolo e che comporti l'eliminazione della vegetazione esistente finalizzata a un'utilizzazione del terreno diversa da quella forestale.

AIUTI E AGEVOLAZIONI

Cass., 9 aprile 2018, n. 8618, ord.

Imposte e tasse - «Solve et repete» - Disciplina delle agevolazioni tributarie (ri-forma tributaria del 1972) - Agevola- zioni varie - Beneficio di cui all'art. 5 bis,

comma 2, del d.lgs. n. 228 del 2001 - Applicabilità - Condizioni - Possesso dei requisiti soggettivi al momento dell'acquisto - Necessità - Ragioni.

In tema di agevolazioni tributarie, il beneficio previsto per gli acquirenti di terreni agricoli dall'art. 5 bis, comma 2, del d.lgs. n. 228 del 2001, è condizionato, a pena di decadenza, non solo all'impegno del richiedente di costituire un unico compendio immobiliare e di coltivarlo e condurlo per un periodo di almeno dieci anni dal trasferimento, ma anche alla sussistenza in capo allo stesso del requisito soggettivo di coltivatore diretto o di imprenditore agricolo sin dal momento del rogito, atteso che, diversamente, le evasioni di imposta sarebbero favorite dal procrastinarsi sine die del termine per l'acquisizione della capacità professionale idonea ad assicurare al bene un'adeguata produttività, che costituisce ratio dell'agevolazione, la cui portata, considerata la natura della norma, è di stretta interpretazione

Cass., 14 marzo 2018, n. 6204 ord.

Imposte e tasse - Tributi erariali indiretti (riforma tributaria del 1972) - Imposta di registro - Applicazione dell'imposta - Terreni agricoli - Atti traslativi a titolo oneroso in favore di imprenditori agricoli a titolo principale - Beneficio dell'aliquota ridotta - Decadenza ex art. 2 della legge n. 36 del 1977 - Per mutamento di destinazione - Portata - Concessione del terreno in affitto a terzi - Inclusione - Fondamento.

In tema di imposta di registro, tra i casi di mutamento della destinazione agricola del fondo, che comportano la decadenza, ex art. 2 della legge n. 36 del 1977, dal beneficio dell'aliquota ridotta applicabile all'atto di acquisto a titolo oneroso da parte di un soggetto che svolga l'attività di imprenditore agricolo a titolo principale, rientra non solo la rivendita del terreno, ma anche la sua concessione in affitto a terzi, in quanto il presupposto dell'agevolazione fiscale è l'esercizio diretto dell'attività agricola, per un determinato numero di anni, da parte del beneficiario, sul fondo da lui acquistato.

Cons. Stato, 22 agosto 2018, n. 5018

Agricoltura – Agevolazioni – Trasmissione della domanda – Effetti

Nel settore degli aiuti comunitari all'agricoltura, la trasmissione telematica della domanda può sostituire ogni altro strumento di invio della stessa conferendo di per sé validità all'impegno del richiedente.

Cons. Stato, 07 giugno 2018, n. 3441

Aiuti – Cumulo

L'ipotesi del cumulo degli aiuti correlati l'arresto temporaneo dell'attività di pesca deve ritenersi ammessa nei casi in cui non ricorrano le condizioni di cui all'art. 56 del Reg. CE n. 1198/2006, ovvero il limite temporale di cinque anni successivi alla prima operazione FEP finanziata e la necessaria specifica valutazione che l'operazione in precedenza finanziata subisca modifiche sostanziali.

Cons. Stato, 07 giugno 2018, n. 3440

Aiuti – Cumulo

L'art. 56 del Reg. CE n. 1198/2006 nello stabilire che la non cumulabilità degli aiuti correlati l'arresto temporaneo dell'attività di pesca, discende dall'accertamento della contem-

poranea sussistenza di due precise condizioni, ovvero il limite temporale di cinque anni successivi alla prima operazione FEP finanziata e la necessaria specifica valutazione che l'operazione in precedenza finanziata subisca modifiche sostanziali, conferisce alla fattispecie delineata la valenza di eccezione ad una regola generale che, viceversa, ammette in linea di principio la possibilità del cumulo degli indennizzi.

T.A.R. Calabria, Catanzaro, 17 ottobre 2018, n. 1755

Agricoltura - Agevolazioni - Benefici comunitari e nazionali - Restituzione

Qualora l'amministrazione ravvisi l'inadempimento del beneficiario e disponga la revoca di un contributo o di una agevolazione, la giurisdizione sulla conseguente lite spetta al giudice civile, poiché non sussiste né la giurisdizione esclusiva del giudice amministrativo (non potendo essere assimilata l'agevolazione ad una concessione di bene pubblico), né quella di legittimità (poiché la revoca costituisce espressione di autotutela privatistica ed incide sul diritto sorto con il contributo o l'agevolazione).

T.A.R. Sardegna Cagliari, 05 settembre 2018, n. 769

Agricoltura - Agevolazioni - Benefici comunitari e nazionali - Richiesta

In tema di finanziamenti e contributi comunitari diretti agli agricoltori al fine di coordinare la politica agricola nella Comunità Europea, è devoluta alla giurisdizione del giudice ordinario e non a quella del giudice amministrativo la domanda avente ad oggetto il pagamento di un importo, già concesso e liquidato ma non ancora erogato, atteso che richiedente, a seguito dell'emanazione dell'atto di concessione del finanziamento è titolare di un diritto soggettivo.

AMBIENTE

T.A.R. Campania Napoli, 03 ottobre 2018, n. 5775

Bonifiche - inquinamento

La P.A. non può imporre ai privati che non abbiano alcuna responsabilità, né diretta, né indiretta sull'origine del fenomeno contestato, ma che vengano individuati solo quali proprietari o gestori o addirittura in ragione della mera collocazione geografica del bene, l'obbligo di bonifica di rimozione e smaltimento di rifiuti ed, in generale, della riduzione al pristino stato dei luoghi che è posto unicamente in capo al responsabile dell'inquinamento, che le Autorità amministrative hanno l'onere di ricercare ed individuare. Ai fini della responsabilità in questione è perciò necessario che sussista e sia provata, attraverso l'esperienza di adeguata istruttoria, l'esistenza di un nesso di causalità fra l'azione o l'omissione ed il superamento - o pericolo concreto ed attuale di superamento - dei limiti di contaminazione, senza che possa venire in rilievo una sorta di responsabilità oggettiva facente capo al proprietario o al possessore dell'immobile, meramente in ragione di tale qualità.

ANIMALI

CGUE, 14 giugno 2018, C-169/17, *Asociación Nacional de Productores de Ganado Porcino Contro Administración del Estado*

Rinvio pregiudiziale – Articoli 34 e 35 TFUE – Libera circolazione delle merci – Restrizioni quantitative – Misure di effetto equivalente – Protezione dei suini – Prodotti trasformati o commercializzati in Spagna – Norme di qualità per la carne, il prosciutto, la spalla e l’insaccato di lombo iberico – Condizioni per l’utilizzo della denominazione “de cebo” – Miglioramento della qualità dei prodotti – Direttiva 2008/120/CE – Ambito di applicazione

1) *Gli articoli 34 e 35 TFUE devono essere interpretati nel senso che:*

– *l’articolo 34 TFUE non osta a una normativa nazionale, come quella di cui al procedimento principale, secondo cui la denominazione di vendita «ibérico de cebo» può essere attribuita esclusivamente a prodotti che soddisfano taluni requisiti imposti da detta normativa nazionale, dal momento che quest’ultima consente l’importazione e la commercializzazione dei prodotti provenienti da Stati membri diversi da quello che ha adottato la suddetta normativa nazionale, recanti le denominazioni previste dalla normativa dello Stato membro di origine, anche nel caso di denominazioni simili, analoghe o identiche a quelle previste dalla normativa nazionale di cui al procedimento principale;*

– *l’articolo 35 TFUE non osta a una normativa nazionale quale quella in discussione nel procedimento principale.*

2) *L’articolo 3, paragrafo 1, lettera a), della direttiva 2008/120 del Consiglio, del 18 dicembre 2008, che stabilisce le norme minime per la protezione dei suini, in combinato disposto con l’articolo 12 della stessa, deve essere interpretato nel senso che esso non osta a una normativa nazionale, come quella di cui al procedimento principale, che subordina l’utilizzo di talune denominazioni di vendita per i prodotti ottenuti dal suino iberico trasformati o commercializzati in Spagna al rispetto, da parte dei produttori, di condizioni di allevamento del suino iberico più rigorose di quelle previste al suddetto articolo 3, paragrafo 1, lettera a), e di un’età minima di macellazione di dieci mesi.*

Cass., 16 ottobre 2018, n. 25834

Animali – Alimentazione – Utilizzo sostanze non autorizzate – Divieto di commercializzazione

L’art. 14, comma 3, lett. a), del D.Lgs. n. 158 del 2006 vieta la commercializzazione di animali ai quali siano state somministrate sostanze o prodotti non autorizzati, ovvero che siano stati oggetto di trattamento illecito. L’art. 1, comma 3, lett. g), del medesimo D.Lgs. n. 158 del 2006 precisa che per trattamento illecito si deve intendere “L’utilizzazione di sostanze o prodotti non autorizzati, ovvero di sostanze o prodotti autorizzati, a fini o a condizioni diversi da quelli previsti dalle disposizioni vigenti. Ne discende che il divieto previsto dall’art. 14 citato, la cui ratio risiede nella tutela della salute, riguarda qualsiasi trattamento farmacologico degli animali destinati alla filiera alimentare che sia attuato in difformità dalle previsioni di legge.”

BONIFICHE

Cass., 12 settembre 2018, n. 22222, ord.

CONSORZI - Contributi consortili obbligo di contribuzione - Art.10 del r.d. n. 215 del 1933 - Beni di pertinenza degli enti pubblici territoriali - Beni demaniali - Inclusione - Art. 823 cod. civ. - Irrilevanza - Fondamento - Inclusione del fondo nel perimetro consortile e vantaggio diretto e specifico dalla bonifica - Necessità

In tema di contributi di bonifica, il riferimento omnicomprensivo ai beni "di pertinenza" degli enti pubblici, contenuto nell'art. 10 del r.d. n. 215 del 1933, consente di ritenere anche i beni demaniali assoggettabili, in linea di principio, al potere impositivo di un consorzio di bonifica, non ostandovi il loro regime giuridico rinvenibile nelle disposizioni del sopravvenuto codice civile, il cui art. 823 ne stabilisce semplicemente l'impossibilità di essere oggetto di negozi giuridici privatistici e la loro incommerciabilità, occorrendo, tuttavia, concretamente accertare se gli stessi, qualora inclusi nel perimetro consortile, traggano un vantaggio diretto e specifico dalle opere di bonifica, funzionale ad un loro incremento di valore.

CACCIA

Cass., 24 maggio 2018, n. 13017, ord.

Bandite e riserve - In genere aziende faunistico-venatorie - Azione di spoglio - Legittimazione attiva - Sussistenza - Fondamento - Fattispecie

Le aziende faunistico-venatorie istituite ai sensi dell'art.17, comma 1, lett. a), l. r. Puglia, n. 27 del 1988, costituiscono un ente senza scopo di lucro ed un autonomo centro di imputazione giuridica, distinto dai singoli partecipanti, titolari di un potere di fatto sulle aree interessate strettamente connesso all'esercizio dell'attività venatoria, alla sua organizzazione, regolamentazione e vigilanza, sulla base del consenso dai proprietari, prestato in favore delle aziende stesse e non dei singoli associati, sicché sono le aziende, e non i singoli associati, le detentrici qualificate dei terreni su cui detta attività viene svolta. (Nella specie la S.C. ha cassato la sentenza di merito che aveva negato a una azienda faunistico-venatoria la legittimazione all'azione di spoglio a tutela del potere che le competeva sulle aree interessate).

Cons. Stato, 05 luglio 2018, n. 4124

Ambiti territoriali – Competenze

Gli Ambiti Territoriali di Caccia perseguono fini che trascendono una dimensione puramente privata trattandosi di strutture associative senza scopo di lucro, regolate con proprio statuto, a cui sono affidati compiti di rilevanza pubblicistica connessi all'organizzazione del prelievo venatorio e alla gestione faunistica nel territorio di competenza, finalizzati al perseguimento degli obiettivi stabiliti nel piano faunistico-venatorio.

T.A.R. Liguria Genova, 01 agosto 2018, n. 668

Caccia – Prelievo in deroga

Seppure la caccia amatoriale agli uccelli selvatici possa giustificare il prelievo in deroga ai sensi dell'art. 9 della Direttiva 2009/147/CE, attuata dall'ordinamento italiano con la legge n. 157/1992, come interpretato dalla Corte di giustizia, ciò può avvenire soltanto in assenza

di altre soluzioni soddisfacenti, in modo che la caccia alle specie protette esaurisca del tutto la possibilità di caccia amatoriale all'avifauna. In altre parole, poiché l'esigenza di caccia amatoriale può essere soddisfatta, di norma, mediante il prelievo di qualsiasi specie avicola non protetta, normalmente sussisteranno rispetto al prelievo di specie protette soluzioni alternative soddisfacenti consistenti, appunto, nel prelievo venatorio di specie non protette.

CONSORZI

Cass., 5 ottobre 2018, n. 24642, ord.

Consorzio – Bonifica - Contributo

In materia di contributi consortili, qualora l'ente impositore dimostri la comprensione dell'immobile nel perimetro di contribuenza e la relativa valutazione nell'ambito di un piano di classifica, grava sul contribuente l'onere di contestare la legittimità del provvedimento, ovvero il suo contenuto; in mancanza di perimetro di contribuenza o in caso di mancata valutazione dell'immobile nel piano di classifica, grava, invece, sul consorzio l'onere di provare la qualità, in capo al contribuente, di proprietario di immobile sito nel comprensorio ed il conseguimento da parte del bene, a causa delle opere eseguite, di concreti benefici. Il consorzio è, dunque, onerato dalla prova, oltre che della effettività delle opere eseguite, soprattutto del vantaggio diretto e specifico che da tali opere sia derivato per il fondo della consociata. (Nel caso concreto, stante la mancata adozione del piano generale di bonifica, ha errato la gravata decisione nel ritenere non operante l'inversione in capo al Consorzio dell'onere di fornire la prova circa la ricorrenza di un beneficio diretto e specifico in favore degli immobili di proprietà della società dipendente dalle opere di bonifica poste in essere dal Consorzio medesimo.)

CONSUMATORE

CGUE, 25 ottobre 2018, C-462/2017, Tänzler & Trasper GmbH contro Altenweddinger Geflügelhof KG,

Rinvio pregiudiziale – Ravvicinamento delle legislazioni – Regolamento (CE) n. 110/2008 – Bevande spiritose – Definizione, designazione, presentazione, etichettatura e protezione delle indicazioni geografiche – Allegato II, punto 41 – Liquore a base di uova – Definizione – Tassatività degli ingredienti autorizzati

L'allegato II, punto 41, del regolamento (CE) n. 110/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 gennaio 2008, relativo alla definizione, alla designazione, alla presentazione, all'etichettatura e alla protezione delle indicazioni geografiche delle bevande spiritose e che abroga il regolamento (CEE) n. 1576/89 del Consiglio, come modificato dal regolamento (CE) n. 1334/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2008, deve essere interpretato nel senso che, per poter recare la denominazione di vendita «liquore a base di uova», una bevanda spiritosa non può contenere ingredienti diversi da quelli menzionati in tale disposizione.

CONTRATTI AGRARI

Cass., 13 settembre 2018, n. 22260, ord.

Contratti agrari - Diritto di prelazione e di riscatto - In genere retratto agrario - Condizioni soggettive ed oggettive - Sussistenza - Momento determinante - Individuazione - Sopravvenuto mutamento della destinazione del fondo venduto a terzi da agraria ad edilizia - Successiva comunicazione della dichiarazione di esercizio del diritto di riscatto - Conseguenze

In tema di retratto agrario, le condizioni soggettive ed oggettive che legittimano l'avente diritto a riscattare il fondo dall'acquirente devono esistere sia alla data della vendita del fondo al terzo, che segna la nascita del diritto, sia alla data in cui tale diritto viene esercitato, coincidente con quella della ricezione della dichiarazione di riscatto da parte del retrattato, con la conseguenza che, ove prima o nell'intervallo di tempo tra i suddetti momenti si verifichi il mutamento della destinazione da agraria ad edilizia o urbana in generale, del fondo oggetto di retratto, la vicenda traslativa a favore del retraente non si perfeziona, mentre tale mutamento non rileva quando sopravvenga dopo il concreto esercizio del retratto e sia sussistente al momento della decisione del giudizio in cui il retratto sia ancora in discussione.

Cass., sez. unite, 30 agosto 2018, n. 21450

Giurisdizione ordinaria e amministrativa - In genere fondo rustici di proprietà di azienda pubblica - Prelazione - Giurisdizione ordinaria

Nel bando riguardante procedura ad evidenza pubblica per la scelta dell'affittuario di un fondo agricolo di proprietà di un'azienda pubblica, in relazione al quale esistano titolari del diritto di prelazione (legale o convenzionale), la controversia avente quale "petitum" sostanziale la contestazione dell'esercizio della prelazione, promossa nei confronti dell'ente pubblico e dei prelatonari rientra nella giurisdizione del giudice ordinario.

Cass., 20 luglio 2018, n. 19331, ord.

Controversie - Procedimento - Competenza e giurisdizione - Sezioni specializzate - Competenza controversie devolute alla cognizione di dette sezioni - Ambito - Cause presupponenti l'accertamento dell'esistenza, delle caratteristiche e della validità del rapporto agrario - Inclusione - Questione relativa all'applicazione delle norme speciali eccepita dal convenuto per il rilascio del fondo - Accertamento negativo sul punto invocato dall'attore - Competenza delle predette sezioni - Sussistenza

Appartiene alla competenza della sezione specializzata agraria non soltanto la cognizione delle controversie che hanno come oggetto esclusivo ed immediato l'applicazione ovvero l'esclusione di proroghe a rapporti dei quali sia pacifica o già accertata la natura agraria, ma anche di quelle controversie che presuppongono l'accertamento delle caratteristiche, della validità e della stessa esistenza del rapporto da qualificare onde stabilire se esso sia compreso o meno fra le fattispecie cui è applicabile la disciplina vincolistica. Ne consegue che tale competenza ricorre sia nel caso in cui la questione attinente all'applicabilità delle norme speciali venga eccepita dal convenuto per il rilascio del fondo, sia nell'ipotesi in cui ne venga invocato dall'attore l'accertamento negativo

Cass., 06 luglio 2018, n. 17722, ord.

Prelazione – Esercizio – Coltivatore diretto – confinante.

Ai fini dell'esercizio della prelazione agraria da parte del proprietario-confinante, ai sensi della L. 14 agosto 1971, n. 817, art. 7 è necessario non solo che egli rivesta la qualifica di coltivatore diretto, ma anche che coltivi direttamente il fondo adiacente a quello posto in vendita, non essendo sufficiente che egli eserciti altrove l'attività di agricoltore: ciò in quanto l'intento perseguito dal legislatore è l'ampliamento dell'impresa coltivatrice diretta finitima e non l'acquisto della proprietà della terra da parte di qualsiasi coltivatore diretto.

Cass., 27 luglio 2018, n. 19906

Accordi tra le parti accordi in deroga alle norme vigenti - Validità - Presupposti - Necessaria assistenza delle organizzazioni sindacali - Requisiti

In tema di stipulazione di accordi in deroga alle norme vigenti in materia di contratti agrari, ai sensi dell'art. 45 della l. n. 203 del 1982, perché si abbia assistenza dell'associazione professionale di categoria è necessario che essa si estrinsechi in un'attività effettiva di consulenza e d'indirizzo che chiarisca alle parti il contenuto e lo scopo delle singole clausole contrattuali che si discostino dalle disposizioni di legge affinché la stipulazione avvenga con la massima consapevolezza possibile, e, quindi, purché l'assistenza sia stata così prestata, sussiste la validità del contratto ed è, a tal fine, probante la sottoscrizione, da parte dei contraenti e dei loro rispettivi rappresentanti sindacali, del documento negoziale.

Cass., 31 maggio 2018, n. 13791

Affitto di fondi rustici - Affitto a coltivatore diretto - Subaffitto, sublocazione e subconcessione - In genere disciplina ex art. 21 della l. n. 203 del 1982 - Decadenza del locatore dai suoi diritti - Difesa del subaffittuario (o subconcessionario) - Eccezione in senso proprio o domanda riconvenzionale - Determinazione - Criteri - Conseguenze

In relazione alla disciplina di cui all'art. 21 della l. n. 203 del 1982, che vieta "i contratti di subaffitto, di sublocazione e comunque di subconcessione dei fondi rustici" e consente al locatore di far valere la violazione del divieto ("ai fini della dichiarazione di nullità del subaffitto o della subconcessione, della risoluzione del contratto di affitto e della restituzione del fondo") solo entro quattro mesi dalla data in cui ne è venuto a conoscenza, attribuendo al subaffittuario o al subconcessionario la facoltà di subentrare nella posizione giuridica dell'affittuario o del concessionario ove il locatore non faccia valere i propri diritti, deve essere qualificata eccezione in senso proprio quella con la quale il subaffittuario intenda far valere la decadenza in cui sia incorso il locatore, al fine di paralizzarne la domanda, mentre è qualificabile come domanda riconvenzionale la richiesta del subaffittuario di subentrare nella posizione giuridica dell'affittuario, poiché in tal caso egli non si limita a perseguire il rigetto della domanda avversaria ma mira ad ottenere un positivo accertamento del suo diritto. Conseguentemente, solo nel secondo caso trovano applicazione l'art. 418 c.p.c. - e si rende quindi necessaria l'istanza del convenuto diretta ad ottenere la fissazione di una nuova udienza - nonché la norma, di cui all'art. 46 della l. n. 203 del 1982, che assoggetta le controversie agrarie, a pena di proponibilità, al tentativo obbligatorio di conciliazione.

Cass., 31 maggio 2018, n. 13792

Diritto di prelazione e di riscatto - In genere retratto agrario - Legittimazione - Nozione di coltivatore diretto - Svolgimento di altra attività - Valutazione di prevalenza - Esclusione - Fattispecie

Ai fini della prelazione e del riscatto agrari, la qualifica di coltivatore diretto, ai sensi dell'art. 31 della l. n. 590 del 1965, non è esclusa dalla circostanza che il medesimo soggetto svolga altra attività lavorativa, compresa quella dell'allevamento e del governo del bestiame, né richiede una valutazione di prevalenza dell'attività agricola rispetto alle altre, oppure la verifica di quale sia la principale fonte di reddito dell'interessato, risultando sufficiente che l'attività di coltivazione sia esercitata in modo abituale e che la complessiva forza lavorativa del nucleo familiare non sia inferiore ad un terzo di quella occorrente per la normale necessità della coltivazione del fondo. (In applicazione di tale principio, la S.C. ha cassato la decisione impugnata, che aveva respinto la domanda di retratto attribuendo rilievo anche al parametro della prevalenza dell'attività di allevamento di bestiame svolta)

Cass., 29 maggio 2018, n. 13368

Contratti agrari – prelazione – esercizio

In materia di contratti agrari, il diritto di prelazione in favore del proprietario confinante con quello venduto, di cui all'art. 7, secondo comma, legge n. 817 del 1971, sussiste anche nell'ipotesi in cui, in occasione dell'alienazione, siano creati artificiosi diaframmi al fine di eliminare il requisito della confinanza fisica tra i suoli, onde precludere l'esercizio del diritto di prelazione. Allo scopo, peraltro, non è sufficiente che una porzione di fondo sia stata riservata alla parte alienante esclusivamente al fine di evitare il sorgere del diritto di prelazione o che lo sfruttamento dei fondi, risultanti dalla divisione, sia meno razionale che non la conduzione dell'intero, originario, complesso, ma è indispensabile che la porzione costituente la fascia confinaria, per le sue caratteristiche, sia destinata a rimanere sterile e incolta o sia, comunque, inidonea a qualsiasi sfruttamento coltivo autonomo, sì che possa concludersi che la porzione non ceduta è priva di qualsiasi utilità per l'alienante.

Cass., 30 marzo 2018, n. 7909

Contratti agrari - Affitto di fondi rustici - Affitto a coltivatore diretto - Subaffitto, sublocazione e subconcessione (divieto) - Inosservanza dell'affittuario al divieto di subaffitto - Azione di risoluzione per inadempimento e di nullità del subaffitto promosse dal concedente - Limite temporale.

L'art. 21 della legge sui patti agrari, dopo aver, nel comma 1, stabilito il divieto dei «contratti di subaffitto, di sublocazione e, comunque, di subconcessione di fondi rustici», nella prima parte del comma 2 attribuisce al solo locatore la legittimazione a far valere tale divieto, «ai fini della dichiarazione di nullità del subaffitto o della sublocazione, della risoluzione del contratto di affitto e della restituzione del fondo», ma nel limite temporale - da ritenere posto a pena di decadenza del relativo diritto - di «quattro mesi dalla data in cui ne è venuto a conoscenza»

Cass., 30 marzo 2018, n. 7903

Prelazione e riscatto - Prelazione - Nascita - Denuntiatio del proprietario del fondo al coltivatore e al confinante - Forma verbale - Idoneità - Esclusione - Forma scritta - Necessità - Fondamento.

In materia di contratti agrari, per la comunicazione («notifica») al coltivatore o al confinante della proposta di alienazione del fondo, ai fini della prelazione di cui alla legge n. 590 del 1965, art. 8 e alla legge n. 817 del 1971, art. 7, da parte del proprietario venditore è richiesta la forma scritta ad substantiam, non essendo, perciò, idonea allo scopo l'effettuazione della stessa in qualsiasi modo, anche verbale. Infatti, la denuntiatio non va considerata solo come atto negoziale ma anche come atto preparatorio di una fattispecie traslativa avente ad oggetto un bene immobile, cioè il fondo agrario, onde deve rivestire necessariamente la forma scritta, in applicazione dell'art. 1350 c.c. Tale forma, peraltro, assolve ad esigenze di tutela e di certezza, rendendo, appunto, certa l'effettiva esistenza di un terzo acquirente, evitando che la prelazione possa essere utilizzata per fini speculativi in danno del titolare del diritto, e assicurando, a sua volta, al terzo acquirente, in caso di mancato esercizio della prelazione nello spatium deliberandi a disposizione del coltivatore (o del confinante), la certezza della compravendita stipulata con il proprietario, sottraendo l'acquirente al pericolo di essere assoggettato al retratto esercitato dal coltivatore (o confinante) pretermesso; garantisce, infine, il coltivatore (o confinante) in ordine alla sussistenza di condizioni della vendita più favorevoli stabilite dal proprietario promittente venditore e dal terzo promissario acquirente

Cass., 20 marzo 2018, n. 6839

Contratti agrari - Ricorso per decreto ingiuntivo a tutela di un diritto nascente da un rapporto agrario - Tentativo di conciliazione - Necessità - Onere - Grava sulla parte che intenda proporre il ricorso.

In materia agraria, grava sulla parte che intenda proporre ricorso per decreto ingiuntivo a tutela di un diritto nascente da un rapporto agrario l'onere di esperire il preventivo tentativo di conciliazione nei modi stabiliti dal d.lgs. 1° settembre 2011, n. 150, art. 11, a pena di improponibilità della domanda rilevabile di ufficio. Affinchè sia rispettato l'onere prescritto dall'art. 11 del d.lgs. n. 150 del 2011, non è necessaria una perfetta corrispondenza tra la richiesta a fini conciliativi e la domanda giudiziale, essendo invece sufficiente la puntuale individuazione, nella sede amministrativa, dei fatti costitutivi della pretesa che può anche essere avanzata, in sede giurisdizionale, con differenti conclusioni, semprechè ciò non determini l'alterazione dell'oggetto sostanziale dell'azione oppure l'introduzione di nuovi temi di indagine idonei a sconvolgere la difesa della controparte.

ENERGIA

CGUE, 25 luglio 2018, C-103/2017, La Messer France SAS, già Praxair, c. Premier ministre, Commission de régulation de l'énergie, Ministre de l'Économie et des Finances, Ministre de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

Rinvio pregiudiziale – Armonizzazione delle normative fiscali – Direttiva 92/12/

CEE – Articolo 3, paragrafo 2 – Direttiva 2003/96/CE – Articoli 3 e 18 – Tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità – Accise – Esistenza di un'altra imposizione indiretta – Presupposti – Normativa nazionale che prevede un contributo al servizio pubblico dell'energia elettrica – Nozione di "finalità specifiche" – Rispetto di un livello minimo di tassazione

1) *L'articolo 18, paragrafo 10, secondo comma, della direttiva 2003/96/CE del Consiglio, del 27 ottobre 2003, che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità, deve essere interpretato nel senso che, fino al 1° gennaio 2009, il rispetto dei livelli minimi di imposizione previsti dalla direttiva in parola rappresentava, tra le regole di imposizione dell'elettricità previste dal diritto dell'Unione, il solo obbligo gravante sulla Repubblica francese.*

2) *L'articolo 3, paragrafo 2, della direttiva 92/12/CEE del Consiglio, del 25 febbraio 1992, relativa al regime generale, alla detenzione, alla circolazione ed ai controlli dei prodotti soggetti ad accisa, deve essere interpretato nel senso che l'introduzione di un'altra imposta indiretta gravante sull'energia elettrica non è condizionata dall'attuazione di un'accisa armonizzata e che, atteso che un'imposta come quella di cui trattasi nel procedimento principale non costituisce una accisa siffatta, la sua conformità alle direttive 92/12 e 2003/96 deve essere valutata alla luce delle condizioni di cui all'articolo 3, paragrafo 2, della direttiva 92/12 per l'esistenza di altre imposte indirette aventi finalità specifiche.*

3) *L'articolo 3, paragrafo 2, della direttiva 92/12 deve essere interpretato nel senso che un'imposta come quella in questione nel procedimento principale può essere qualificata come «altra imposta indiretta», alla luce della sua finalità ambientale, volta al finanziamento dei costi supplementari connessi all'obbligo di acquisto di energia verde, esclusi i suoi obiettivi di coesione territoriale e sociale, come la perequazione tariffaria geografica e la riduzione del prezzo dell'energia elettrica per le famiglie in condizioni di precarietà, nonché i suoi obiettivi puramente amministrativi, segnatamente, il finanziamento dei costi relativi al funzionamento amministrativo delle autorità o delle istituzioni pubbliche quali il mediatore nazionale per l'energia e la Cassa depositi e prestiti, fatta salva la verifica da parte del giudice del rinvio del rispetto delle regole di imposizione applicabili ai fini delle accise.*

4) *Il diritto dell'Unione deve essere interpretato nel senso che i contribuenti interessati possono chiedere il rimborso parziale di un'imposta, come quella di cui al procedimento principale, in proporzione alla parte del gettito da quest'ultima generato destinata a finalità non specifiche, a condizione che tale imposta non sia stata traslata da tali contribuenti sui propri clienti, circostanza che spetta al giudice del rinvio verificare.*

CGUE, 27 giugno 2018, C-90/2017, *Turbogás – Produtora Energética SA c. Autoridade Tributária e Aduaneira*

Rinvio pregiudiziale – Direttiva 2003/96/CE – Tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità – Articolo 21, paragrafo 5, terzo comma – Entità che produce elettricità per uso proprio – Piccoli produttori di elettricità – Articolo 14, paragrafo 1, lettera a) – Prodotti energetici utilizzati per produrre elettricità – Obbligo di esenzione

L'articolo 21, paragrafo 5, terzo comma, e l'articolo 14, paragrafo 1, lettera a), della direttiva 2003/96/CE del Consiglio, del 27 ottobre 2003, che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità, devono essere interpretati nel sen-

so che un'entità, come quella di cui al procedimento principale, che produce elettricità per uso proprio, indipendentemente dalla sua importanza e qualunque sia l'attività economica che esercita a titolo principale, deve essere considerata un «distributore», ai sensi della prima di tali disposizioni, il cui consumo di elettricità ai fini della produzione di elettricità rientra nondimeno nell'ambito di applicazione dell'esenzione obbligatoria prevista da detto articolo 14, paragrafo 1, lettera a).

CGUE, 6 giugno 2018, C-49/17, *Koppers Denmark ApS c. Skatteministeriet*

Rinvio pregiudiziale – Direttiva 2003/96/CE – Tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità – Articolo 21, paragrafo 3 – Fatto generatore d'imposta – Consumo di prodotti energetici fabbricati all'interno di uno stabilimento che produce prodotti energetici – Prodotti energetici utilizzati per fini diversi dall'utilizzazione come carburante per motori o come combustibile per riscaldamento – Consumo di solvente come combustibile nell'impianto di distillazione di catrame

L'articolo 21, paragrafo 3, della direttiva 2003/96/CE del Consiglio, del 27 ottobre 2003, che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità, deve essere interpretato nel senso che il consumo di prodotti energetici all'interno di uno stabilimento che li ha prodotti, ai fini della fabbricazione di altri prodotti energetici, non rientra nell'eccezione riguardante il fatto generatore d'imposta di cui a tale disposizione qualora, in una situazione come quella di cui trattasi nel procedimento principale, i prodotti energetici fabbricati nell'ambito dell'attività principale di tale stabilimento siano usati per fini diversi dall'utilizzo come carburante per motori o come combustibile per riscaldamento

Cons. Stato, 06 novembre 2018, n. 6273

Energia elettrica – Realizzazione nuovi impianti – autorizzazioni

La costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione elettrica alimentati da fonti rinnovabili sono soggetti ad un'autorizzazione unica rilasciata dalla Regione previa convocazione della conferenza di servizi, con la conseguenza che il parere negativo espresso al di fuori della detta conferenza è illegittimo per incompetenza alla stregua di un atto adottato da un'Autorità priva di potere in materia.

Cons. Stato, 05 ottobre 2018, n. 5715

Energia - Elettrica e gas - In genere

I) Le amministrazioni locali non hanno alcuna competenza in ordine alla disciplina relativa alle misure compensative riguardanti gli impianti alimentati da fonti rinnovabili soggetti ad autorizzazione unica, né, conseguentemente, possono autonomamente imporne l'adozione.

II) In materia di installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili soggetti a procedura abilitativa semplificata, la dichiarazione di inizio attività di cui all'art. 6 del D.Lgs. n. 28/2011 è un atto soggettivamente ed oggettivamente privato, alla cui presentazione può seguire da parte della pubblica amministrazione un silenzio di tipo significativo il quale, una volta decorso il relativo termine, le preclude l'esercizio di poteri inibitori.

T.A.R. Lazio Roma, 07 agosto 2018, n. 8835

Energia elettrica – localizzazione delle centrali

Come risulta da una lettura sistematica delle disposizioni del D.M. 6 luglio 2012 e dal-

le definizioni degli interventi incentivabili, l'impianto, per potersi dire nuovo, non deve utilizzare elementi strutturali e funzionali della vecchia centrale. In questo senso depone la nozione normativa di integrale ricostruzione e riattivazione. Entrambe le nozioni contemplano la preesistenza di opere utili all'impianto, il cui riutilizzo - nel caso di riattivazione anche dopo dieci anni - implica una misura incentivante diversa da quella prevista per l'impianto interamente realizzato ex novo. La ratio della disposizione è del resto chiara: se si installa un impianto nello stesso sito dove sono già presenti opere potenzialmente utilizzabili per lo sfruttamento idroelettrico di un corso d'acqua, lo sforzo costruttivo non è paragonabile a quello, ben più oneroso, da sostenersi nell'ipotesi in cui, invece, su quel sito non preesisteva nulla o preesistevano solo rovine ormai inservibili.

FALLIMENTO

Cass., 24 agosto 2018, n. 21176

Impresa agricola – Fallimento

L'esenzione dell'imprenditore agricolo dal fallimento viene meno ove non sussista, di fatto, il collegamento funzionale della sua attività con la terra, intesa come fattore produttivo, o quando le attività connesse di cui all'art. 2135, comma 3, cod. civ. assumano rilievo decisamente prevalente, sproporzionato rispetto a quelle di coltivazione, allevamento e silvicoltura, gravando su chi invochi l'esenzione, sotto il profilo della connessione tra la svolta attività di trasformazione e commercializzazione dei prodotti ortofrutticoli e quella tipica di coltivazione ex art. 2135, comma 1, cod. civ. il corrispondente onere probatorio.

IMPOSTE E TASSE

Cass., 9 marzo 2018, n. 5769

Imposte e tasse - Tributi locali (comunali, provinciali, regionali) - Tributi locali posteriori alla riforma tributaria del 1972 ICI - Esenzione per immobili rurali non iscritti in catasto - Presupposti - Classificazione catastale - Strumentalità all'attività agricola - Irrilevanza - Ragioni.

In tema di ICI, ai fini dell'applicabilità dell'esenzione per i fabbricati rurali, prevista dal combinato disposto dell'art. 23, comma 1 bis, del d.l. n. 207 del 2008 (conv., con modif., dalla legge n. 14 del 2009), e dell'art. 2, comma 1, lett. a), del d.lgs. n. 504 del 1992, è rilevante l'oggettiva classificazione catastale, senza che assuma rilevanza la strumentalità dell'immobile all'attività agricola, come confermato sia dall'art. 9 del d.l. n. 577 del 1993 (conv., con modif., dalla legge n. 133 del 1994), sia dalla disciplina inerente le modalità di variazione-annotazione attraverso le quali è possibile pervenire alla classificazione, anche retroattiva, dei fabbricati come rurali, onde beneficiare dell'esenzione, di cui agli artt. 7, comma 2 bis, del d.l. n. 70 del 2011 (conv., con modif., dalla legge n. 106 del 2011), 13, comma 14 bis, del d.l. n. 201 del 2011 (conv., con modif., dalla legge n. 214 del 2011), 2, comma 5 ter, del d.l. n. 102 del 2013 (conv., con modif., dalla legge n. 124 del 2013), nonché dagli artt. 1 e 2 del decreto del ministero dell'economia e delle finanze del 26 luglio 2012.

IMPRESA

Cass., 3 marzo 2018, n. 5391, ord.

Previdenza sociale - Assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali - Agricoltura - Infortunio sul lavoro - Attività protette - Attività agricola ex art. 2135 c.c. - Collegamento funzionale con il fondo - Sufficienza - Fattispecie.

La nuova formulazione dell'art. 2135 c.c. ha ampliato la nozione di imprenditore agricolo, rilevante ai fini dell'inquadramento previdenziale nonché della tutela assicurativa (come desumibile dal rinvio alla norma citata operato dall'art. 207 del T.U. n. 1124 del 1965), in quanto, richiamando le attività dirette alla cura e allo sviluppo di un ciclo biologico, ha ricompreso tra quelle complementari anche le attività che non presentano una connessione necessaria tra produzione e utilizzazione del fondo, ma unicamente un collegamento funzionale e meramente strumentale con il terreno. (Nella specie, la S.C. ha ritenuto essere agricola, e conseguentemente che sussistesse l'occasione di lavoro necessaria a ricomprendere l'infortunio nella tutela assicurativa, una attività di allevamento equino finalizzata alla riproduzione)

POLITICA AGRICOLA COMUNE

CGUE, 7 agosto 2018, C-435/2017, *Argo Kalda Mardi talu c. Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet (PRIA)*

Rinvio pregiudiziale – Politica agricola comune – Pagamenti diretti – Regolamento (UE) n. 1306/2013 – Articoli 93 e 94 – Allegato II – Condizionalità – Condizioni agronomiche e ambientali – Requisiti minimi – Attuazione da parte di uno Stato membro – Obbligo di manutenzione dei siti “monumenti funerari” – Portata

1) L'articolo 93, paragrafo 1, l'articolo 94 e l'allegato II del regolamento (UE) n. 1306/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 dicembre 2013, sul finanziamento, sulla gestione e sul monitoraggio della politica agricola comune e che abroga i regolamenti del Consiglio (CEE) n. 352/78, (CE) n. 165/94, (CE) n. 2799/98, (CE) n. 814/2000, (CE) n. 1290/2005 e (CE) n. 485/2008 del Consiglio, devono essere interpretati nel senso che non ostano a che uno Stato membro imponga, in quanto norma relativa alle buone condizioni agronomiche e ambientali di cui a detto allegato II, di mantenere, su una superficie agricola, taluni tumuli funerari di pietre, la cui rimozione comporti una violazione di una siffatta norma e, pertanto, la riduzione dei pagamenti dovuti all'azienda agricola coinvolta.

2) L'articolo 72, paragrafo 1, lettera a), l'articolo 91, paragrafi 1 e 2, l'articolo 93, paragrafo 1, e l'articolo 94 del regolamento n. 1306/2013 nonché l'articolo 4, paragrafo 1, lettere b), c) ed e), del regolamento (UE) n. 1307/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 dicembre 2013, recante norme sui pagamenti diretti agli agricoltori nell'ambito dei regimi di sostegno previsti dalla politica agricola comune e che abroga il regolamento (CE) n. 637/2008 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 73/2009 del Consiglio, devono essere interpretati nel senso che gli obblighi a titolo delle buone condizioni agronomiche e ambientali previsti dal regolamento n. 1306/2013 devono essere rispettati all'interno di tutta l'azienda agricola e non soltanto sulla superficie agricola per la quale è stato in concreto richiesto un aiuto.

CGUE, 25 luglio 2018 C-239/2017 Gert Teglgaard, *Fløjstrupgård I/S Contro Fødevareministeriets Klagecenter*

Rinvio pregiudiziale – Politica agricola comune – Regimi di sostegno a favore degli agricoltori – Regolamento (CE) n. 1782/2003 – Articolo 6, paragrafo 1 – Regolamento (CE) n. 73/2009 – Articolo 23, paragrafo 1 – Regolamento (CE) n. 796/2004 – Articolo 66, paragrafo 1 – Regolamento (CE) n. 1122/2009 – Articolo 70, paragrafo 8, lettera a) – Condizionalità – Riduzione dei pagamenti diretti per inosservanza dei criteri di gestione obbligatori o delle buone condizioni agronomiche e ambientali – Determinazione dell'anno da prendere in considerazione al fine di determinare la percentuale di riduzione – Anno in cui si verifica l'inosservanza

1) *L'articolo 6, paragrafo 1, del regolamento (CE) n. 1782/2003 del Consiglio, del 29 settembre 2003, che stabilisce norme comuni relative ai regimi di sostegno diretto nell'ambito della politica agricola comune e istituisce taluni regimi di sostegno a favore degli agricoltori e che modifica i regolamenti (CEE) n. 2019/93, (CE) n. 1452/2001, (CE) n. 1453/2001, (CE) n. 1454/2001, (CE) n. 1868/94, (CE) n. 1251/1999, (CE) n. 1254/1999, (CE) n. 1673/2000, (CEE) n. 2358/71 e (CE) n. 2529/2001, l'articolo 6, paragrafo 1, del regolamento n. 1782/2003, come modificato dal regolamento (CE) n. 146/2008 del Consiglio, del 14 febbraio 2008, e l'articolo 23, paragrafo 1, del regolamento (CE) n. 73/2009 del Consiglio, del 19 gennaio 2009, che stabilisce norme comuni relative ai regimi di sostegno diretto agli agricoltori nell'ambito della politica agricola comune e istituisce taluni regimi di sostegno a favore degli agricoltori, e che modifica i regolamenti (CE) n. 1290/2005, (CE) n. 247/2006, (CE) n. 378/2007 e abroga il regolamento n. 1782/2003, devono essere interpretati nel senso che le riduzioni dei pagamenti diretti per violazione delle regole della condizionalità devono essere calcolate sulla base dei pagamenti corrisposti o da corrispondere per l'anno in cui si è verificata tale violazione.*

L'articolo 66, paragrafo 1, del regolamento (CE) n. 796/2004 della Commissione, del 21 aprile 2004, recante modalità di applicazione della condizionalità, della modulazione e del sistema integrato di gestione e di controllo di cui al regolamento (CE) n. 1782/2003, e l'articolo 70, paragrafo 8, lettera a), del regolamento (CE) n. 1122/2009 della Commissione, del 30 novembre 2009, recante modalità di applicazione del regolamento n. 73/2009 per quanto riguarda la condizionalità, la modulazione e il sistema integrato di gestione e di controllo nell'ambito dei regimi di sostegno diretto agli agricoltori di cui al medesimo regolamento e modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 1234/2007 del Consiglio per quanto riguarda la condizionalità nell'ambito del regime di sostegno per il settore vitivinicolo, devono essere interpretati nel senso che le riduzioni dei pagamenti diretti così calcolate sono imputate ai pagamenti che sono stati o dovrebbero essere erogati per l'anno civile di accertamento della violazione delle regole della condizionalità.

2) *La normativa dell'Unione applicabile ai fini del calcolo della riduzione dei pagamenti diretti qualora un agricoltore abbia violato le regole della condizionalità nel periodo 2007-2008, ma tale violazione sia stata accertata soltanto nel corso del 2011, è rappresentata dall'articolo 6, paragrafo 1, del regolamento n. 1782/2003 per l'anno 2007 e per i primi tre mesi dell'anno 2008, e l'articolo 6, paragrafo 1, di tale regolamento, come modificato dal regolamento n. 146/2008, per il periodo da aprile a dicembre 2008.*

CGUE, 6 giugno 2018, C-667/2016, M.N.J.P.W. Nooren, J.M.F.D.C. Nooren, eredi di M.N.F.M. Nooren, c. *Staatssecretaris van Economische Zaken*,

Rinvio pregiudiziale – Politica agricola comune – Finanziamento da parte del FE-ASR – Regolamento (CE) n.1122/2009 – Sostegno allo sviluppo rurale – Inadempienza alle regole della condizionalità – Riduzioni ed esclusioni – Cumulo delle riduzioni

Gli articoli da 70 a 72 del regolamento (CE) n. 1122/2009 della Commissione, del 30 novembre 2009, recante modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 73/2009 del Consiglio per quanto riguarda la condizionalità, la modulazione e il sistema integrato di gestione e di controllo nell'ambito dei regimi di sostegno diretto agli agricoltori di cui al medesimo regolamento e modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 1234/2007 del Consiglio per quanto riguarda la condizionalità nell'ambito del regime di sostegno per il settore vitivinicolo, in combinato disposto con gli articoli 23 e 24 del regolamento (CE) n. 73/2009 del Consiglio, del 19 gennaio 2009, che stabilisce norme comuni relative ai regimi di sostegno diretto agli agricoltori nell'ambito della politica agricola comune e istituisce taluni regimi di sostegno a favore degli agricoltori, e che modifica i regolamenti (CE) n. 1290/2005, (CE) n. 247/2006, (CE) n. 378/2007 e abroga il regolamento (CE) n. 1782/2003, devono essere interpretati nel senso che, in una situazione come quella di cui al procedimento principale, nella quale sono state accertate diverse infrazioni nel medesimo campo, occorre sommare, da un lato, la riduzione dell'importo complessivo dei pagamenti diretti erogati o erogabili applicabile per i casi di infrazione dovuta a negligenza e, dall'altro, la riduzione applicabile per i casi di infrazione intenzionale, ove l'importo complessivo delle riduzioni nell'arco di un anno civile deve essere fissato nel rispetto del principio di proporzionalità e senza superare l'importo totale di cui all'articolo 23, paragrafo 1, del regolamento n. 73/2009.

Stampato da Logo s.r.l.
Borgoricco (PD)

INDICE

SAGGI E CONTRIBUTI

Urban landscape assessment: a perceptual approach combining virtual reality and crowdsourced photo geodata *di Veronica Alampi Sottini, Elena Barbierato, Iacopo Bernetti, Irene Capecchi, Maria Cipollaro, Sandro Sacchelli, Claudio Saragosa* 147

A sustainability indicator for building projects in presence of risk/uncertainty over time: a research experience *di Elena Fregonara, Sara Pattono* 173

Strategie di adattamento al cambiamento climatico per il settore vitivinicolo: un'applicazione della Teoria del Prospetto Cumulativo *di Sandro Sacchelli, Sara Fabbrizzi, Maria Cipollaro* 207

La stima dell'indennità per servitù di elettrodotto coattivo mediante uno studio del mercato fondiario in Puglia *di Ruggiero Sardaro, Francesco Bozzo, Vincenzo Fucilli* 219

RASSEGNA GIURISPRUDENZIALE
(a cura di Nicola Lucifero) 239