

SMC

SUSTAINABLE MEDITERRANEAN CONSTRUCTION
LAND CULTURE, RESEARCH AND TECHNOLOGY

SMC - Official Magazine of SMC (Sustainable Mediterranean Construction) Association - Online edition: <http://www.sustainablemediterraneanconstruction.eu> Autorizzazione del Tribunale di Napoli n.29 del 09/06/2014

FOCUS ON SOCIAL COMMUNITIES AND ENERGY

LUCIANO EDITORE

N. NINETEEN
2024

EDITORIAL BOARD

Editor in chief
Dora FRANCESE

First Editors
Luca BUONINCONTI
Domenico CAPUTO
Paola DE JOANNA
Antonio PASSARO

Associate Editors
Gigliola AUSIELLO
Roberto CASTELLUCCIO
Fabio CORBISIERO
Marina FUMO
Amy KIRIKOU
Paulo MENDONCA
Lia Maria PAPA
Anda Joana SFINTIES
Marialuce STANGANELLI

Editorial Secretary
Mariangela Cutolo

Graphic Design
Web Master
Luca Buoninconti
Elisabetta Bronzino

SCIENTIFIC COMMITTEE

Eugenio ARBIZZANI
Aasfah BEYENE
Bojana BOJANIC
Michele CAPASSO
Stefano CHIARENZA
Angela CODOÑER
Francesca Romana
D'AMBROSIO
Ana Maria DABIJA
Kambiz EBRAHIMI
Daniel FAURE
Pliny FISK
Giorgio GIALLOCOSTA
Rodolfo GIRARDI
Mihiel HAM
Fakher KARAT
Pablo LA ROCHE
Serge LATOUCHE
Patrizia LAUDATI
Stefano LENCI
Alberto LUCARELLI
Gaetano MANFREDI
Saverio MECCA

Giuseppe MENSITIERI
Lorenzo MICCOLI
Alastair MOORE
Michael NEUMAN
João NUNES
Massimo PERRICCIOLI
Silvia PIARDI
Alberto PIEROBON
Khalid Rkha CHAHAM
Susan ROAF
Yodan ROFÈ
Piero SALATINO
Fabrizio SCHIAFFONATI
Mladen SCITAROCI
Alfonso SENATORE
Ali SHABOU
Abdelgani TAYYIBI
Nikolas TZINIKAS
Funda UZ
Michael VAN GESSEL
Dilek YILDIZ
Ayman ZUAITER

REFEREE BOARD

Ahmed ABOUAIANA
Zribi Ali ABDELMÔNEM
Maddalena ACHENZA
Manuela ALMEIDA
Marta ALONSO
Francesco ARMATO
Ahadollah AZAMI
Angela BARRIOS PADULA
Vittorio BELPOLITI
Houda BEN YOUNES
Gaia BOLLINI
Gianluca CADONI
Assunta CAPECE
Lucia CECCHERINI NELLI
James CHAMBERS
Paolo CIVIERO
Carola CLEMENTE
Cossima CORNADO' BARDON
Daniel DAN
Pietromaria DAVOLI
Mercedes DEL RIO
Gianluigi DE MARTINO
Orio DE PAOLI
Dorra DELLAGI ISMAIL
Freddy Rolando DIAZ DIAZ
Houda DRISS
Dalila EL Kerdany
Andrea GIACHETTA
Barbara GUASTAFERRO
Luigi IANNACE
Pedro Antonio JANEIRO
Shoaib KANMOHAMMADI
Pater KLANICZAY

Danuta KLOSEKKOZLOWSKA
Vincenzina LA SPINA
Liliana LOLICH
Philippe MARIN
Said MAZOUZ
Barbara MESSINA
Luigi MOLLO
Carlos MONTES SERRANO
Renato MORGANTI
Ioannis MOUKAZIS
Emanuele NABONI
Paola Francesca NISTICÒ
Massimo PALME
Lea PETROVIC KRAJNIK
Claudia PIPOS LUPU
Francesca PIRLONE
Andrei Gheorghe RACOLTA
Vasco RATO
Joe RAVETZ
Imen REGAYA
Jesús RINCÓN
Paola SÁEZ VILLORIA
Marco SALA
Radu SFINTES
Jacques TELLER
Pablo TORRES
Antonella TROMBADORE
Ulica TÜMER EGE
Clara VALE
Fani VAVILI
Jason YEOM DONGWOO
Youssef ZEINEB



SMC - Sustainable Mediterranean Construction Association
Founded on March 1st 2013
Via Posillipo, 69 80123 Naples – Italy
smc.association@mail.com

SMC is the official semestral magazine of the SMC Association, jointed with CITTAM - SMC N. 19 – 2024

All the papers of SMC magazine were submitted to a double peer blind review.

Cover Photo
©Dora Francese 2024, Zagabria, Croatia

Publisher: Luciano Editore
Via P. Francesco Denza, 7
P.zza S. Maria La Nova, 4
80138 Naples – Italy
www.lucianoeditore.net
info@lucianoeditore.net
editoreluciano@libero.it

Printed Edition
ISSN: 2385-1546

Online Edition
ISSN: 2420 – 8213

www.sustainablemediterraneanconstrucion.eu

SUSTAINABLE TRANSCALAR DESIGN OF ENERGY COMMUNITIES BY A MULTI-CRITERIA TOOL

Supporting renewables in the Med area

Abstract

To achieve the energy transition, it is fundamental to maximise efficiency of renewables production and distribution systems. However, in distinctive contexts as the Mediterranean one, the design of such systems should also consider the preservation of landscape and cultural features. The contribution focuses on the PANORAMA project, devised to steer the renewable energy communities planning towards consistency with the territory in cultural, environmental and landscape terms. The paper describes the logical structure of a multi-criteria tool that, with a transcalar approach, simultaneously considers three different dimensions: (i) renewable energy production potentials of different locations; (ii) technical-economic feasibility, including energy storage options; (iii) level of landscape and cultural integration of renewables bearing in mind the system's characteristics and location. This approach allows to support the implementation of renewable systems also in geographical areas where it is important to guarantee a socially fair use of natural resources, and the preservation of cultural aspects.

Keywords: *Coordinated energy micro-grids, energy transition, Renewable Energy Communities (RECs), landscape and cultural integration, transcalar approach.*

Local communities as enablers in the energy transition

Aiming to carbon neutrality by 2050, recent European policies have been supporting the decarbonization path through measures acting on the built environment at different scales and by diverse means. Since the significant final energy consumption of the European residential and non-residential building stock is mainly due to the scarce performance of the building envelope and installation, energy efficiency has been pursued through the Energy Performance Building Directives (EPBDs) [1], the Renovation Wave, and the Fit for 55 package. This approach aims at preventing consumption at the building level, eventually decreasing the number of natural resources used for heating and cooling purposes, regardless of their renewable or non-renewable origin. As a complementary strategy, the shift towards clean energy is meant to detach as much as possible energy production and consumption patterns from fossil fuels, supporting the adoption of photovoltaic (PV) and

wind systems [2]. This transition towards renewable sources involves private large production and distribution companies relying on large production plants and distribution networks as well as privates, that can implement these systems at the single building scale or by establishing citizen communities. In particular, the latter are defined Renewable Energy Communities (RECs): autonomous legal entities possibly including natural persons, Small and Medium Enterprises (SMEs) or local authorities among the shareholders. Based on open and voluntary participation, they own, develop and control renewable energy projects in their proximity, "the primary purpose of which is to provide environmental, economic or social community benefits for its shareholders or members or for the local areas where it operates, rather than financial profits" [3]. Thus, the combined actions of energy efficiency policies through building operations and an increase in the share of energy from renewable sources – produced on-site or acquired from the grid, is expected to foster the built environment decarbonisation.

This strategy aims to reach ambitious objectives in terms of sustainability, significantly reducing the impacts of human settlements on the environment and, at the same time, fostering several Goals of the 2030 Agenda also in a social perspective. In the Mediterranean basin, a context allowing for relevant solar and wind gains [4][5][6], the use of these technologies could provide a significant contribution to decarbonization, also increasing "access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all" (SDG 7), developing "quality, reliable, sustainable infrastructure" (SDG 9), "reducing the adverse per capita environmental impact of cities" (SDG 11) and "ensuring sustainable consumption and production patterns" (SDG 12). Moreover, the distributed implementation of renewable systems allows a shift from a vertical hierarchy in the energy production and distribution systems, based on punctual large plants, to a horizontal one [7], consisting of a collaborative network of prosumers.

Uncertainties and obstacles

In the described context, a significantly increased share of renewables requires widespread networks and systems. For this reason, European policies rely more and more on the installation of photovoltaic, mini-wind, and mini-hydroelectric systems throughout its

whole territory. Nevertheless, several aspects must be considered and weighted to evaluate the more suited means to reach this objective. Firstly, the environmental dimension of sustainability cannot overlook the cultural one, especially in the Mediterranean [8][9][10]. Wind and solar plants often entail relevant landscape impacts, both in the mainland and offshore, a critical issue for territories in which a complex history produced stratified and culturally rich landscapes [11][12][13]. Currently, the trend towards a pervasive use of renewables is getting a foothold also outside the continental boundaries, often leading to adverse results in terms of landscape impacts if a maximised efficiency is the only parameter considered (Fig. 1, Fig. 2). In this sense, the Moroccan case of the Noor Solar Power Project, the TuNur projects in Tunisia, and the ruinous Desertec project can be considered relevant examples [14]. Secondly, some geographic areas, due to heritage regulations, environmental preservation, or landscape restrictions, will be excluded from this shift to renewables – causing a slowdown in the energy transition effectiveness. On the one hand, the viability of low-carbon energy sources should be evaluated based on the local context and its specific features, as well as their actual and perceived



Fig.1 – Solar giga-infrastructure in the Moroccan context¹



Fig.2 – Wind giga-infrastructure in the Chinese context²

impact on the landscape and on ecosystems. On the other hand, this sometimes represents a barrier to the rapid deployment of renewables and may lead to NIMBY (Not In My Back Yard) effects. The private and public beneficiaries' perception is a well-known issue [15][16][17] and the possible lack of acceptance represents a challenge when planning the expansion of the renewable energy network.

Thirdly, in several Mediterranean territories and cities – given their rich history, socio-cultural and heritage features, and their peculiarities and fragilities, which might result in limits in the implementation of RES – local communities may find themselves in the situation of being excluded from this process. A possible consequence is the exploitation of that potential by large companies, which would deprive the communities of the prospective economic and social benefits they could achieve. Often, when such situations occur, the technical difficulties of installation within valuable urban or natural areas become an excuse to divert the renewable energy production systems to the nearest 'empty' area, which appears to be more easily suited to this purpose. Nevertheless, this operation shifts the management of the installed plant from local communities to large private companies. This results in an opposite approach to the desirable one for local contexts, especially the ones rich in cultural and landscape terms, which would require renewables production and distribution systems to be carefully designed by taking into account other parameters than efficiency maximisation only [18]. In particular, the integration of renewables in the natural and built environment must be carefully considered and could benefit of an evaluation in terms of architectural and landscape design. On the implementation side, timing, location, and scale of energy conversion plants are essential elements for their technical and economic performance and cannot be amiss. To balance these needs and the possible misperceptions, the citizens involvement is highly necessary when setting up a REC. This interconnection would allow for more building- and landscape-integrated renewable systems which, combined with the involvement of stakeholders, would improve acceptance by communities and could incentivise a faster emergence of RECs [16][19].

Objectives and methodology

To address the critical issues described above, tools are needed to integrate the functionality objectives within context-wise infrastructure, and to support decision-making. These tools would allow communities – and public and private institutions – interested in establishing RECs, to implement more cost- and environmentally effective renewable energy sources by overcoming their lack of knowledge while choosing the most appropriate system, quite the opposite if compared to large companies. This becomes especially important if environmental and cultural integration is considered.

Hence, instruments should provide the necessary knowledge to choose the most

appropriate energy system, supporting the design and planning of RECs considering several parameters at the same time, to tailor the cost-effectiveness of these systems depending on specific environmental context and landscape peculiarities.

To reach this objective, a multidisciplinary team³, consisting of universities and research centres working in the fields of architecture, engineering and geographic information systems (GIS), launched the PANORAMA research project⁴. Addressing the RECs potential obstacles from different perspectives is the strategy underpinning the whole project methodology, to achieve an integrated response capable to jointly undertake the described uncertainties and barriers.

Besides the three research organisations, the project also involves other institutional bodies and Small and Medium Enterprises (SMEs)⁵ contributing with their skills and expertise to the necessary analyses. Thus, it was possible to examine the existing tools supporting the RECs implementation as well as current procedures, defining the criticalities and potential improvements in these renewable systems' planning and design.

Based on this state of the art, the project team identified three indicators to be used while setting up RECs tailoring their cost-effectiveness to the specific context:

- Potential system efficiency, based on climate, geomorphological, and urban characteristics of the area.
- Cost/benefit ratio, also in relation to the different technological solutions that could be adopted.
- Level and quality of environmental integration of energy production systems.

Based on these indicators, the logical procedure for an innovative transcalar multi-criteria tool, relying on the concept of predictive analysis of the environmental and landscape impacts, was conceived. The tool is meant to guide the design and construction of energy communities based on renewable energy sources considering, at the same time, production, cost, and environmental integration aspects in a cohesive manner.

The adopted approach combines technological and environmental design skills, analysis of

georeferenced information, and energy engineering to support collaborative and proactive territorial design, allowing to control its development at regional and architectural scale at once. The project interlaces complementary thematic and methodological expertise to verify the tool's outputs based on the characteristics of different pilot regions. This is possible, on the one hand, by capitalizing on the research team's previous experiences on the analysis of urban scale energy demand of different territories through GIS systems, also considering their historical and cultural values, and, on the other hand, by examining the outputs of existing tools.

The described method is devised to be tested in the Interreg program area – Salzburg region (Austria), northern part of Veneto, and Friuli-Venezia Giulia (Italy). Nevertheless, its implementation can be considered as illustrative of other complex geological, ecological, and geopolitical diversities as the ones of the Mediterranean basin, given that both the European and the Mediterranean areas offer biodiversity, variety of landscapes and cultural diversity [8].

Meta-designing RECs through a transcalar multi-criteria approach

The result of this process is the logical structure of a multi-criteria tool that, thanks to its transcalar approach simultaneously considers three different dimensions:

1. Renewable energy production potentials of different locations.
2. Technical-economic feasibility, including energy storage options.
3. Level of landscape and cultural integration of renewables, bearing in mind the system's characteristics and location.

For these three dimensions to be interpreted by an operational tool, it is necessary to define, for each of them, quantifiable parameters that can be represented in specific information levels (Fig. 3). The information considered for each dimension is hereafter described.

Regarding the potential for renewable energy production, two main aspects are considered to identify the ideal location to install renewables, be they photovoltaic, mini-wind, or mini-hydroelectric systems: the availability of

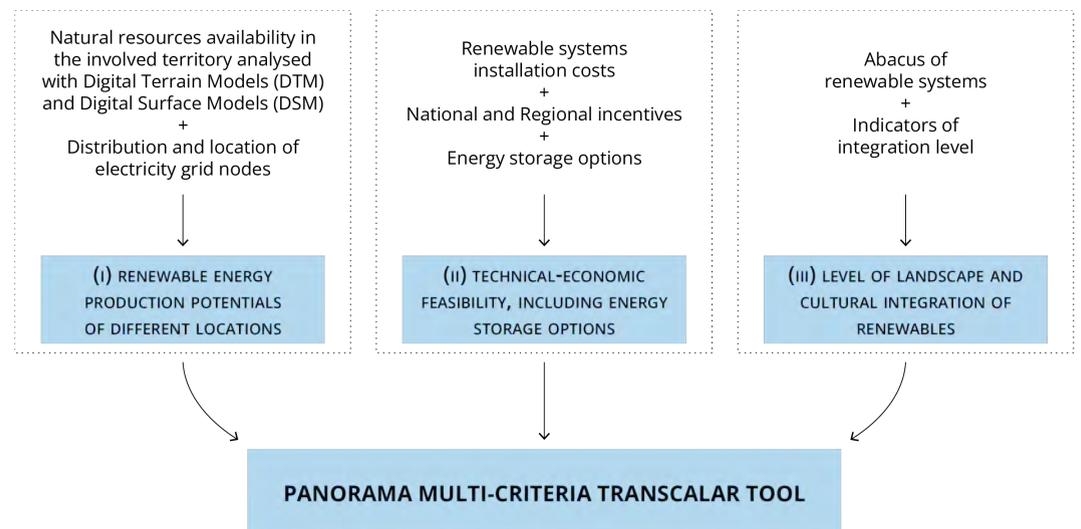


Fig.3 – Logical structure of the multi-criteria tool⁶

natural resources and the location of electricity grid nodes. There is therefore the need of an information level that indicates, starting from Digital Terrain Models (DTM) and Digital Surface Models (DSM) data, the natural resources effectively available for the various areas of the examined territory, be they solar radiation (Fig. 4), wind quantity, the presence of watercourses or water pipes.

A second necessary level reports the distribution and location of electricity grid nodes, to evaluate which renewable system, or combination of systems, is the optimal one considering the territorial and distribution features.

Concerning the technical-economic feasibility aspects, two information levels have to be considered. The first one accounts the installation costs and national and regional incentives, the second considers energy storage options. Both levels of information are evaluated through a matrix which analyses the technical-economic feasibility of the different renewable systems. The analysis of possible energy storage options is of utmost importance when setting energy communities based on shared networks, as it allows a better assessment of which renewable sources to use, excluding possible energy losses.

With regard to environmental integration, the development of a standard procedure for evaluating the insertion of renewable energy 'objects' within an environment, be it natural or anthropic, is a complex operation. Indeed, it is indisputable that it is necessary to evaluate each time, according to the characteristics of the place and its specific peculiarities, the best strategy to adopt and, at the same time, which are the most suitable systems to support such an approach.

However, without denying the unavoidability of this detailed and specific design phase, it is nevertheless possible to define an evaluation grid to be understood as a support tool for a meta-design phase. This includes both the definition of the conceptual approach and an evaluation of the feasibility of the intervention, analysing, therefore, the aspect of integration in combination with the other two dimensions envisaged by the multi-criteria tool.

The studied evaluation strategy therefore involves the identification of typical 'contexts' on the one hand and typical 'objects' on the other.

The former comprise two macro-environments: natural and anthropic. For each one, the recurring context types that characterise the area are identified by means of a filing to be conducted through perceptual surveys. In this specific case, the PANORAMA project has identified the following natural environments: meadows, plateaus, valleys, rivers, crops; while for the anthropic contexts there are the following ones: historic centres, squares, roads, urban frontages and, naturally, buildings. For each type of context, the aspects and connotations that characterise it from a perceptive point of view (e.g. chromaticism and material aspects) must be identified.

The same operation of classification and characterisation is to be repeated for the

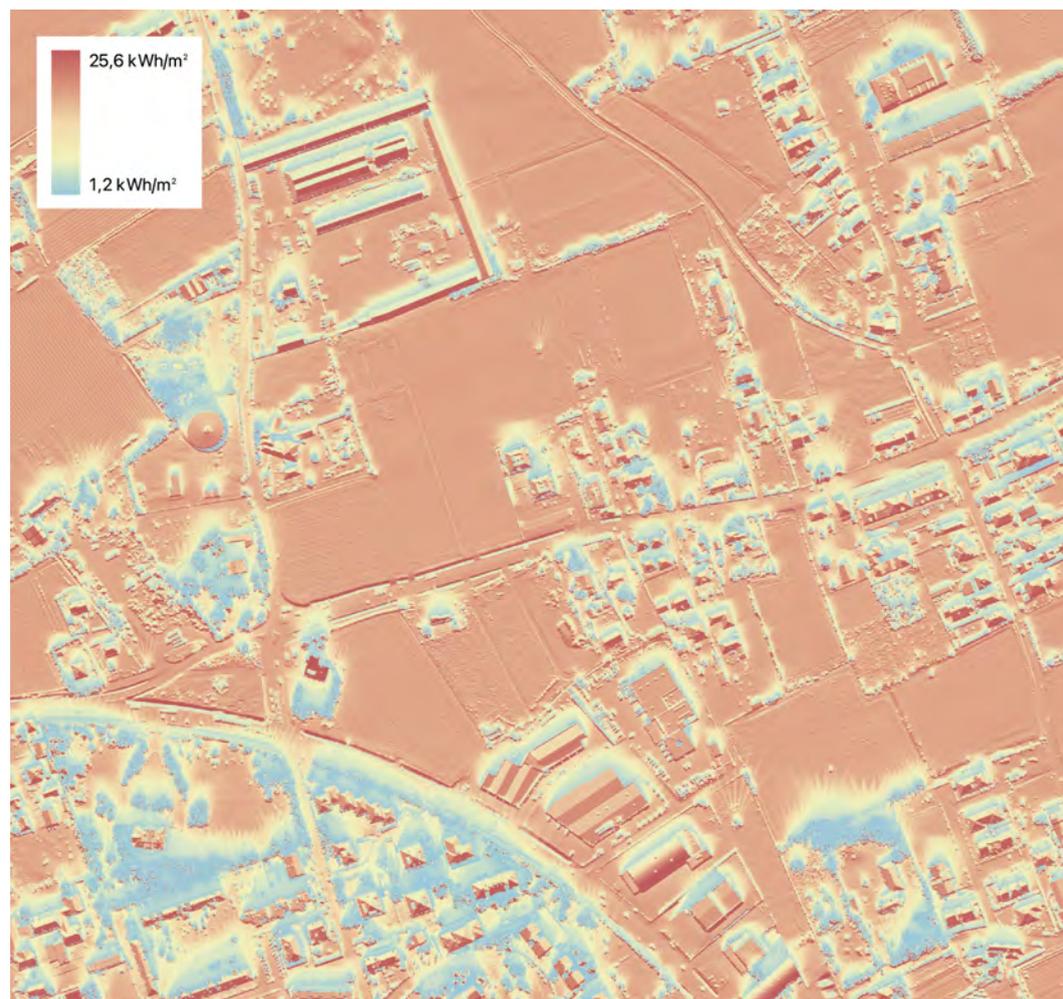


Fig.4 – Solar radiation example for an area in Pordenone (Italy)⁷

'objects', the filing of which is carried out through market surveys on available products (photovoltaic panels, wind blade systems, hydroelectric turbines); each of these must be classified and categorised on the basis of chromaticism, materiality, transparency, dimensions, and any other component that distinguishes it.

Following the two parallel classifications, both of which are based on perceptual criteria, it is possible to define a correspondence matrix between context types and object types. For each possible match, the matrix expresses a judgement as to the level of integration that is conceivable to achieve based on the identified criteria.

In applying this strategy to a real case, the matching operation must be repeated several times for each 'context' that can be found in the territory concerned by the possible implementation of an energy community; in fact, within it there will be several different places, both natural and anthropic. The integration value obtainable for each combination and the relative possibility – in quantitative terms – of replicability define a numerical value that represents, albeit with the necessary approximations, the level of integrability attainable in that specific environment.

In the evaluation phase of a REC, the choice of energy production systems to be installed based on an assessment of potential, technical-economic feasibility and the level of environmental integration contributes to

improving the acceptance rate for the use of renewable systems, since its design is subordinate to the various requirements previously identified by end users.

Expected socio-cultural impact and further implementations

The multi-criteria and transcalar logical structure is designed for a dual use. The first one is to support the realization of a complete PANORAMA tool that is a GIS-based instrument using indicators to define a transcalar multi-criteria matrix and the following optimal combination of positioning, feasibility, and integration of renewable systems to set up a REC. This optimal combination allows for tailoring based on the REC needs. For instance, depending on the implementation context, users might be willing to accept compromises of lower levels of environmental integration to achieve a higher system efficiency and lower implementation costs, or, conversely, they might give higher evaluations to the landscape integration levels over the efficiency of the system. Therefore, the optimal combination depends on the needs and priorities of final users, supporting the objectives of fostering integrated sustainability and enhancing the social and community aspects of RECs.

The second use of the logical structure is as set of stand-alone guidelines. In fact, the three different domains can work as separate evaluation and assessment instruments. Considering the different aspects examined by

the PANORAMA tool and its availability as stand-alone guidelines, the developed solution could represent a meaningful instrument not only in the European context, but also in the Mediterranean basin. In fact, it can support energy transition in areas where the preservation needs, understood as an acceptance of cultural sustainability that encompasses intangible values and the social perception of the natural and built environment, strongly influence the energy communities' activation. Recently, the public is paying more and more attention to the environmental impacts, even when it comes to energy production, a circumstance highlighting how the interconnection between renewable systems and socio-cultural and environmental aspects is gaining importance. Users therefore demand innovative and context-wise approaches to implement renewable systems, and integrate them in the built environment, as they are essential to the energy transition [7]. On the one hand, there cannot be "technology without sociology" [20] and without social acceptance it is not possible to reach acceptance on renewables; on the other hand, not always technical feasibility corresponds to social feasibility [14]. The PANORAMA project intends to fill this gap, supporting local communities interested in establishing RECs by improving their knowledge - an expertise that, on the contrary, large enterprises already possess - thus being able to govern their implementation processes as protagonist and in a more conscious way. The long-term outcome of the project will be a transfer of shared knowledge about the many aspects of energy communities, including their optimal sizing criteria and the conditions and opportunities for the integration of advanced technologies, to promote feasibility studies in pilot areas and trans-regional experimentation with a high replicability potential. Therefore, the PANORAMA future progress will be beneficial also for regions outside the project area but sharing the same challenge: implementing effective renewable energy systems balancing their design with the natural and cultural peculiarities of the territory and urban contexts.

Acknowledgements

This work is a combined effort and was written jointly by all three authors. This contribution is the result of research work of the authors within the framework of the PANORAMA project (ITAT-11-004), funded by the first call of the Interreg VI Italy-Austria 2021-2027 programme.

REFERENCES

[1] Directive 2018/844. *Directive (EU) 2018/844 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 (Text with EEA relevance)*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj>

[2] Corsini, A., Delibra, G., Pizzuti, I., & Tajalli-Ardekani, E. (2023). Challenges of renewable energy communities on small Mediterranean islands: A case study on Ponza island. *Renewable Energy*, 215, 118986.

doi.org/10.1016/j.renene.2023.118986

[3] Directive 2018/2001. *Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast) (Text with EEA relevance)*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj>

[4] El Gharras, A., & Menichetti, E. (2023). Offshore wind in the Mediterranean. An overview of main technology perspectives and implications for regional energy cooperation. OMEC Energy Transition, Sustainability and Climate Change Committee.

[5] Elboshi, B., Alwetaishi, M., Aly, R. M. H., & Zalhaf, A. S. (2022). A suitability mapping for the PV solar farms in Egypt based on GIS-AHP to optimize multi-criteria feasibility. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(3), 101618. doi.org/10.1016/j.asej.2021.10.013

[6] European Commission, Directorate-General for Energy, Staschus, K., Kielichowska, I., & Ramaekers, L. (2020). *Study on the offshore grid potential in the Mediterranean region: final report*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2833/742284>

[7] European Environment Agency. (2022). *Energy Prosumers in Europe – Citizen participation in the energy transition* (No. 01/2022). Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi.org/10.2800/030218

[8] Catsadorakis, G. (2007). The conservation of natural and cultural heritage in Europe and the Mediterranean: a Gordian knot? *International Journal of Heritage Studies*, 13(4–5), 308–320. doi.org/10.1080/13527250701350850

[9] Tena, P. A., & Garcia-Esparza, J. A. (2018). The heritagization of a Mediterranean vernacular mountain landscape: Concepts, problems and processes. *Heritage & Society*, 11(3), 189–210. doi.org/10.1080/2159032x.2019.1670533

[10] Papamanolis, N. (2020). The Utilization of Solar Energy in the Building Sector in Mediterranean Countries. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*, 410(1), 012045. doi.org/10.1088/1755-1315/410/1/012045

[11] Powter, A., & Ross, S. (2005). Integrating Environmental and Cultural Sustainability for Heritage Properties. *APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology*, 36(4), 5–11. <https://www.jstor.org/stable/40003157>

[12] Salvati, L., Gemmiti, R., & Perini, L. (2012). Land degradation in Mediterranean urban areas: an unexplored link with planning? *Area*, 44(3), 317–325. doi.org/10.1111/j.1475-4762.2012.01083.x

[13] Spyridonidou, S., Loukogeorgaki, E., Vagiona, D., & Bertrand, T. (2022). Towards a sustainable spatial planning approach for PV site selection in Portugal. *Energies*, 15(22), 8515. doi.org/10.3390/en15228515

[14] Schmitt, T. M. (2018). (Why) did Desertec fail? An interim analysis of a large-scale renewable energy infrastructure project from a Social Studies of Technology perspective. *Local Environment*, 23(7), 747–776. doi.org/10.1080/13549839.2018.1469119

[15] Car, C., Frohmann, E., Grimm-Pretner, D. (2024). Solar Landscapes: A Methodology for the Adaptive Integration of Renewable Energy Production into Cultural Landscapes. *Sustainability*, 16, 2216. doi.org/10.3390/su16052216

[16] Ioannidis, R., & Koutsoyiannis, D. (2020). A review of land use, visibility and public perception of renewable energy in the context of landscape impact. *Applied Energy*, 276, 115367. doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115367

[17] Picchi, P., Van Lierop, M., Geneletti, D., & Stremke, S. (2019). Advancing the relationship

between renewable energy and ecosystem services for landscape planning and design: A literature review. *Ecosystem Services*, 35, 241–259. doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.010

[18] Standal, K., Dotterud Leiren, M., Alonso, I., Azevedo, I., Kudrenickis, I., Maleki-Dizaji, P., Laes, E., Di Nucci, M. R., & Krug, M. (2023). Can renewable energy communities enable a just energy transition? Exploring alignment between stakeholder motivations and needs and EU policy in Latvia, Norway, Portugal and Spain. *Energy Research & Social Science*, 106, 103326. doi.org/10.1016/j.erss.2023.103326

[19] Moussa, R. R., Mahmoud, A. A., & Hatem, T. M. (2020). A digital tool for integrating renewable energy devices within landscape elements: Energy-scape online application. *Journal of Cleaner Production*, 254, 119932. doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119932

[20] Scheer, H. (2011). *The Energy Imperative: 100 Percent Renewable Now*. Abingdon: Routledge.

NOTES

1. The image source is: www.ilsole24ore.com
2. The image source is: www.forbes.com
3. The team consists of work groups from the following research centres; Università Iuav di Venezia, coordinated by Prof. Massimiliano Condotta together with Dr. Chiara Scanagatta and Dr. Elisa Zatta; University of Udine, coordinated by Prof. Damiana Chinese; Research Studio Austria, coordinated by Dr. Markus Biberacher together with Dr. Lisa Riefer.
4. PANORAMA (PiAnificazione di cOmunità eneRgetiche AMbientalmente e pAesaggisticamente sostenibili) is a cross-border research project financed by the Interreg VI Italy-Austria programme.
5. The other project partners are: Consorzio dei Comuni del Bacino Imbrifero Montano del Piave appartenenti alla Provincia di Belluno; CML S.r.l.; CONSORZIO NIP; Ökostrombörse Salzburg.
6. Image of the Authors.
7. Image elaborated by Uptoeart Italia Srl.

APPROCCIO MULTICRITERIO E TRANSCALARE PER LA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE DI COMUNITÀ ENERGETICHE Promozione delle energie rinnovabili nell'area Med

Sommario

Per raggiungere la transizione energetica, è fondamentale massimizzare l'efficienza dei sistemi di produzione e distribuzione delle rinnovabili. Tuttavia, in contesti particolari come quello mediterraneo, la progettazione di tali sistemi deve tenere conto anche della conservazione delle caratteristiche paesaggistiche e culturali. Il contributo si concentra sul progetto di ricerca PANORAMA, ideato per orientare la progettazione di comunità di energia rinnovabile verso la coerenza con il territorio in termini culturali, ambientali e paesaggistici. In tale quadro, l'articolo, descrive la struttura logica dello strumento multicriterio ideato che, con approccio transcalare, considera simultaneamente tre diverse dimensioni: (i) il potenziale di produzione di energia rinnovabile di diverse località; (ii) la fattibilità tecnico-economica, comprese le opzioni di stoccaggio dell'energia; (iii) il livello di integrazione paesaggistica e culturale delle rinnovabili tenendo conto delle caratteristiche del sistema e della sua ubicazione. Questo approccio consente di sostenere l'implementazione di sistemi rinnovabili anche in aree geografiche in cui è importante garantire un uso socialmente equo delle risorse naturali e la conservazione degli aspetti culturali.

Parole chiave: Microreti energetiche coordinate, transizione energetica, comunità energetiche rinnovabili (CER), integrazione paesaggistica e culturale, approccio transcalare.

Le comunità locali come facilitatrici della transizione energetica

Per raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050, le politiche europee più recenti sostengono il percorso di decarbonizzazione attraverso misure che agiscono sull'ambiente costruito a diverse scale e con diversi mezzi. Dato che il significativo consumo complessivo di energia del patrimonio edilizio europeo, residenziale e non residenziale, è imputabile alle scarse prestazioni di involucro e componente impiantistica, le Direttive per l'efficienza energetica in edilizia (EPBD) [1], la strategia *Renovation Wave* e il pacchetto "Fit for 55" supportano l'efficiamento di questi elementi. Tale approccio interviene sui consumi a livello di edificio, riducendo il quantitativo di risorse naturali utilizzate per il riscaldamento e il raffrescamento indipendentemente dalla loro origine rinnovabile o non. In modo complementare, la progressiva transizione all'energia pulita intende superare, per quanto possibile, i modelli di produzione e consumo basati sull'energia derivata da combustibili fossili attraverso l'adozione di sistemi fotovoltaici (FV) ed eolici [2]. La transizione in favore delle fonti rinnovabili vede ugualmente coinvolti sia le grandi aziende private di produzione e distribuzione, che si affidano a impianti produttivi e infrastrutture di erogazione di notevole dimensione, sia i privati, che possono implementare questi sistemi a scala di singolo edificio o con l'istituzione di comunità di utenti. Queste ultime sono definite *Comunità Energetiche Rinnovabili (CER)*: entità giuridiche autonome che possono includere tra gli utenti persone fisiche, piccole e medie imprese (PMI) e autorità locali. Le CER si basano su una partecipazione aperta e volontaria. Possiedono, sviluppano e gestiscono progetti di energia rinnovabile definiti di prossimità, il cui scopo principale è quelli di fornire benefici ambientali, economici e sociali alla comunità, ai soci o membri della CER, e al contesto locale, e non profitti finanziari [3]. L'azione combinata di politiche a supporto dell'efficienza energetica del costruito e l'aumento della quota di energia derivante da fonti rinnovabili – prodotta in loco o prelevata dalla rete – costituisce una strategia integrata per la decarbonizzazione dell'ambiente costruito. Questa strategia mira a raggiungere obiettivi ambiziosi in termini di sostenibilità, così da ridurre significativamente l'impatto degli insediamenti umani sull'ambiente e promuovere, allo stesso tempo, alcuni Obiettivi dell'Agenda 2030 anche in prospettiva sociale. Nel bacino del Mediterraneo, contesto che potrebbe ottenere notevoli benefici in relazione all'apporto di energia solare ed eolica [4][5][6], l'utilizzo di queste tecnologie potrebbe veicolare in modo efficace la decarbonizzazione, aumentando anche "l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni" (SDG 7), sviluppando "infrastrutture di qualità, affidabili, sostenibili" (SDG 9), riducendo "l'impatto ambientale negativo pro capite delle città" (SDG 11) e garantendo "modelli sostenibili di produzione e di consumo" (SDG 12). Inoltre, l'implementazione diffusa di sistemi rinnovabili consente la transizione da una gerarchia dei sistemi di produzione e distribuzione dell'energia di tipo verticale, basata su grandi impianti puntuali, a una orizzontale [7], costituita da una rete collaborativa di prosumer.

Incertezze e ostacoli

Nel contesto descritto, aumentare in modo significativo la quota di energia da fonti rinnovabili richiede inevitabilmente l'implementazione di reti e sistemi diffusi. Per questo motivo, le politiche europee puntano sempre più sull'installazione di impianti fotovoltaici, minieolici e mini-idroelettrici collocati in modo pervasivo sul territorio comunitario. Tuttavia, nel valutare i processi più adeguati a raggiungere questo obiettivo, vanno considerati e analizzati diversi aspetti delicati.

In primo luogo, la dimensione ambientale della sostenibilità non può trascurare quella culturale,

soprattutto nel Mediterraneo [8][9][10]. Gli impianti solari ed eolici spesso comportano impatti paesaggistici rilevanti, sia in terraferma che offshore, una questione critica soprattutto in territori in cui gli eventi storici hanno prodotto nei millenni paesaggi stratificati e culturalmente ricchi [11][12][13]. Attualmente, la tendenza a un uso pervasivo delle rinnovabili si sta affermando anche al di fuori dei confini continentali, portando spesso a risultati negativi in termini di impatto paesaggistico ove la massimizzazione dell'efficienza sia l'unico parametro considerato (Fig. 1, Fig. 2). In questo senso, sono emblematici il caso marocchino del *Noor Solar Power Project*, i progetti *TuNur* in Tunisia e il disastroso progetto *Desertec* [14]. In secondo luogo, alcune aree geografiche, a causa delle normative sul patrimonio, sulla protezione dell'ambiente o che comportano restrizioni paesaggistiche, rischiano di rimanere escluse dal passaggio alle rinnovabili, rallentando il percorso della transizione energetica. Da un lato, l'installazione delle fonti energetiche a ridotta impronta di carbonio va indubbiamente valutata in base al contesto locale e alle sue caratteristiche specifiche, nonché all'impatto, effettivo e percepito, che queste avranno sul paesaggio e sugli ecosistemi. D'altro canto, ciò rappresenta talvolta un ostacolo alla rapida diffusione delle energie rinnovabili e può portare a effetti *NIMBY* (Not In My Back Yard). Il tema della percezione di questi sistemi da parte dei beneficiari, privati e pubblici, è ben nota [15][16][17] e la eventuale mancanza di accettazione rappresenta una sfida nella pianificazione delle reti di produzione e distribuzione di energie rinnovabili. In terzo luogo, in diversi territori e città del Mediterraneo – data la loro ricca storia, le loro caratteristiche socioculturali e patrimoniali, le loro peculiarità e fragilità, che potrebbero comportare dei limiti nell'implementazione delle CER – le comunità locali potrebbero trovarsi nella situazione di essere escluse da questo processo. Una possibile conseguenza è lo sfruttamento di tale potenziale da parte di grandi aziende, che priverebbe le comunità dei benefici economici e sociali che potrebbero ottenere. Spesso, in queste circostanze, con il pretesto delle difficoltà tecniche di installazione all'interno di aree urbane o naturali considerate di pregio, gli impianti di energia rinnovabile vengono dirottati nell'area "vuota" più vicina, più facilmente utilizzabile per questo scopo. Tuttavia, questa operazione sposta la gestione dei nuovi impianti dalle comunità locali alle grandi aziende private. Le incertezze descritte si traducono spesso in un approccio opposto a quello che sarebbe desiderabile in considerazione del contesto locale, in particolare nel caso di peculiarità paesaggistiche e culturali, che richiederebbero, invece, una progettazione accurata di sistemi di generazione e reti di distribuzione basata non solo sulla massimizzazione dell'efficienza [18]. In particolare, l'integrazione delle rinnovabili nell'ambiente naturale e costruito deve essere analizzata con attenzione e potrebbe beneficiare di una valutazione a supporto della corretta progettazione architettonica e paesaggistica. In merito all'implementazione di questi sistemi, i tempi, la posizione e la scala degli impianti di conversione energetica sono elementi essenziali per definire le prestazioni tecniche ed economiche e non possono essere trascurati. Al fine di bilanciare queste esigenze e le possibili percezioni negative, quando si crea una CER è fortemente necessario coinvolgere i portatori di interesse. Interconnettendo gli aspetti di miglior integrazione e maggior coinvolgimento sarebbe possibile realizzare sistemi rinnovabili più adatti agli edifici e al paesaggio: circostanza che aumenterebbe ulteriormente il grado di accettazione da parte delle comunità, favorendo una più rapida diffusione delle CER [16][19].

Obiettivi e metodologia

Il quadro descritto evidenzia la necessità di strumenti che integrino gli obiettivi di funzionalità ed efficienza

in infrastrutture adeguate al contesto, supportando, in particolare, il processo decisionale. Questi strumenti consentirebbero alle comunità – e alle istituzioni pubbliche e private – interessate alla creazione di CER, di progettare reti rinnovabili più sostenibili dal punto di vista economico e ambientale, supponendo alla mancanza del know-how alla base della scelta del sistema più appropriato; conoscenze che, al contrario, le grandi imprese possiedono già. Ciò diventa particolarmente importante in relazione agli aspetti di integrazione ambientale e culturale. Nel quadro della transizione energetica, sono dunque fondamentali strumenti che forniscano le conoscenze necessarie alla scelta del sistema energetico più appropriato, supportando la progettazione e la pianificazione delle CER considerando, contemporaneamente, diversi parametri, così da adattare la convenienza tecnico-economica di questi sistemi al contesto ambientale e paesaggistico. Per raggiungere questi obiettivi un team multidisciplinare³, composto da università e centri di ricerca che si occupano di architettura, ingegneria e sistemi informativi territoriali (SIT), ha lanciato il progetto di ricerca *PANORAMA*⁴. La strategia alla base dell'impianto metodologico è quella di esaminare i potenziali ostacoli delle CER da diverse prospettive, al fine di fornire una risposta integrata che affronti in modo congiunto le incertezze e le barriere emergenti. Oltre alle tre organizzazioni di ricerca, il progetto coinvolge anche altri enti istituzionali e piccole e medie imprese (PMI)⁵ che contribuiscono con le loro competenze e capacità alle analisi necessarie. Sono stati infatti esaminati gli strumenti esistenti a supporto dell'implementazione di CER e le procedure attualmente adottabili, definendo le criticità e i possibili miglioramenti nella pianificazione e progettazione dei sistemi rinnovabili a servizio delle di queste comunità.

Sulla base dello stato dell'arte, il team di progetto ha identificato tre indicatori da utilizzare durante la creazione di comunità energetiche rinnovabili, adattando il loro rapporto costo-efficacia al contesto specifico:

- efficienza potenziale del sistema, basata sulle caratteristiche climatiche, geomorfologiche e urbane dell'area;
- rapporto costi/benefici, anche in relazione alle possibili soluzioni tecnologiche adottabili;
- livello e qualità dell'integrazione ambientale dei sistemi per la produzione di energia.

Sulla base di questi indicatori, è stata ideata la struttura logica di un innovativo strumento multicriterio transcalare, basato sul concetto di analisi predittiva degli impatti ambientali e paesaggistici. Tale strumento ha lo scopo di guidare la progettazione e la costruzione di comunità energetiche basate su fonti rinnovabili, considerando al contempo gli aspetti di produzione, costo e integrazione ambientale e le interazioni tra gli stessi.

L'approccio adottato integra competenze di progettazione tecnologica e ambientale, di analisi di informazioni georeferenziate e di ingegneria energetica a supporto di una progettazione territoriale collaborativa e proattiva, volta a tenere uniti gli aspetti alla scala territoriale e a quella architettonica. Il progetto intreccia competenze tematiche e metodologiche complementari per verificare gli esiti dell'applicazione dello strumento a diverse regioni pilota. Ciò è possibile, da un lato, capitalizzando le precedenti esperienze del gruppo di ricerca, relative all'analisi con sistemi GIS della domanda energetica a scala urbana di diversi territori considerandone anche i valori storici e culturali, e, dall'altro, esaminando come sia possibile migliorare gli strumenti esistenti. Il metodo è stato concepito per essere testato nell'area del programma *Interreg* – la regione di Salisburgo (Austria), la parte settentrionale della regione Veneto e il Friuli-Venezia Giulia (Italia). Tuttavia, la sua applicazione può essere considerata esemplificativa di altre aree con complesse diversità geografiche,

ecologiche, biologiche e geopolitiche come quelle del bacino del Mediterraneo, dato che sia l'area europea che quella mediterranea offrono biodiversità, varietà di paesaggi e diversità culturale [8].

Meta-progettazione delle CER attraverso un approccio multicriterio transcalare

Il processo descritto ha consentito di definire la struttura logica di uno strumento multicriterio che, con approccio transcalare, considera simultaneamente tre diverse dimensioni:

1. potenziale di produzione di energia rinnovabile di diverse località;
2. fattibilità tecnico-economica, comprese le opzioni di stoccaggio dell'energia;
3. livello di integrazione paesaggistica e culturale delle energie rinnovabili, tenendo conto delle caratteristiche del sistema e della sua ubicazione.

Affinché queste tre dimensioni siano interpretate da uno strumento operativo, è necessario definire, per ciascuna di esse, dei parametri quantificabili che possano essere gestiti mediante specifici livelli informativi (Fig. 3). Le informazioni considerate per ciascuna dimensione sono descritte di seguito.

In riferimento al potenziale di produzione di energia rinnovabile, gli aspetti principali presi in considerazione per identificare il luogo ideale per l'installazione di energie rinnovabili, siano esse impianti fotovoltaici, minieolici e mini-idroelettrici sono due: la disponibilità di risorse naturali e la posizione dei nodi della rete elettrica. È quindi necessario un livello informativo che riporti, a partire dai dati dei Digital Terrain Models (DTM) e Digital Surface Models (DSM), le risorse naturali effettivamente disponibili per le varie aree del territorio esaminato, siano esse la radiazione solare (Fig. 4), la quantità di vento, la presenza di corsi d'acqua o di condotte idriche. Un secondo livello necessario riporta invece la distribuzione e localizzazione dei nodi della rete elettrica per valutare quale sistema rinnovabile, o combinazione di sistemi, sia quello ottimale considerando le caratteristiche territoriali.

Per quanto riguarda gli aspetti di fattibilità tecnico-economica è necessario considerare due livelli informativi. Il primo considera i costi di installazione e degli incentivi nazionali e regionali, il secondo contempla le opzioni di stoccaggio dell'energia. Entrambi i livelli di informazione sono valutati attraverso una matrice che analizza la fattibilità tecnico-economica dei diversi sistemi rinnovabili. Lo studio delle possibili opzioni di stoccaggio è di estrema importanza nella creazione di comunità energetiche basate su reti condivise, poiché consente di valutare meglio quali fonti rinnovabili utilizzare, escludendo le possibili perdite.

In merito all'integrazione ambientale, la messa a punto di una procedura standard per la valutazione dell'inserimento di "oggetti" per la produzione di energie rinnovabili all'interno di un ambiente, sia esso naturale o antropico, è un'operazione complessa. È infatti indiscutibile la necessità di valutare di volta in volta, in base alle caratteristiche del luogo e le sue specifiche peculiarità, la miglior strategia da assumere e, parallelamente, quali siano i sistemi più adatti a supportare tale approccio.

Tuttavia, senza negare l'imprescindibilità di questa fase di progettazione dettagliata e specifica, è comunque possibile definire una griglia di valutazione da intendersi come strumento di supporto ad una fase metaprogettuale. Questa comprende sia la definizione dell'approccio concettuale sia una considerazione sulla fattibilità dell'intervento analizzando, pertanto, l'aspetto di integrazione in combinazione con le altre due dimensioni previste dallo strumento multicriterio.

La strategia di valutazione studiata prevede dunque l'individuazione da un lato di "contesti" tipo e dall'altro di "oggetti" tipo.

I primi comprendono due macroambienti: naturali o antropici. Per ciascuno vengono individuati, attraverso una schedatura da realizzarsi mediante indagini percettive, i tipi di contesto ricorrenti che caratterizzano il territorio. Nel caso specifico il progetto PANORAMA ha individuato i seguenti ambiti naturali: prati, altopiani, vallate, fiumi, coltivazioni; mentre per i contesti antropici si sono individuati ad esempio: centri storici, piazze, strade, fronti urbani oltre che, naturalmente, edifici.

Per ogni tipo di contesto vanno individuati gli aspetti e i connotati che lo caratterizzano dal punto di vista percettivo (ad esempio cromatismi e aspetti materici). La stessa operazione di classificazione e caratterizzazione va ripetuta per gli "oggetti", la cui schedatura avviene attraverso indagini di mercato sui prodotti disponibili (pannelli fotovoltaici, sistemi di pale eoliche, turbine idroelettriche); ognuno di questi deve essere classificato e categorizzato in base a cromatismi, matericità, trasparenza, dimensioni, ed ogni altro componente che lo contraddistingue.

A seguito delle due classificazioni parallele, basate entrambe su criteri percettivi, è possibile definire una matrice di corrispondenza tra i tipi di contesti e i tipi di oggetti. Per ciascun possibile abbinamento, la matrice esprime un giudizio circa il livello di integrazione che è ipotizzabile ottenere sulla base dei criteri identificati. Nell'applicazione di questa strategia ad un caso reale, l'operazione di matching va ripetuta più volte per ogni "contesto" riscontrabile nel territorio interessato dalla possibile implementazione di una comunità energetica; infatti, all'interno di esso ci saranno contemporaneamente più luoghi, sia naturali che antropici. Il valore di integrazione ottenibile per ciascuna combinazione e la relativa possibilità – in termini quantitativi – di replicabilità definiscono un valore numerico che rappresenta, pur sempre con le dovute approssimazioni, il livello di integrabilità raggiungibile in quel determinato ambiente.

In fase di valutazione di una costituente CER, la scelta dei sistemi di produzione energetica da installare basata su una valutazione del potenziale, della fattibilità tecnico-economica e del livello di integrazione ambientale contribuisce a migliorare il tasso di accettazione dell'uso di sistemi rinnovabili, poiché la sua progettazione è subordinata ai diversi requisiti preventivamente identificati dagli utenti finali.

Previsione di impatto socioculturale e ulteriori implementazioni

La struttura logica multicriterio e transcalare è stata progettata con un duplice scopo.

Il primo è quello di supportare la realizzazione di un tool all'interno del progetto PANORAMA: uno strumento interattivo su piattaforma GIS che utilizza un set di indicatori per definire, attraverso una matrice multicriterio transcalare, la combinazione ottimale di posizionamento, fattibilità e integrazione ambientale dei sistemi rinnovabili per la creazione di una CER. La presenza di una matrice multicriterio consente la personalizzazione del sistema e l'interpretazione dei risultati in base alle esigenze della CER. Ad esempio, a seconda del contesto, gli utenti potrebbero essere disposti a tollerare livelli più bassi di integrazione ambientale per ottenere una maggiore efficienza del sistema e costi di attivazione inferiori, o, al contrario, accettare il compromesso di un alto livello di integrazione paesaggistica a scapito dell'efficienza del sistema. Pertanto, la combinazione ottimale dipende dalle esigenze e preferenze degli utenti finali, supportando così gli obiettivi di promozione di una

sostenibilità integrata e di valorizzazione degli aspetti sociali e comunitari propri delle CER.

Il secondo utilizzo della struttura logica è come insieme di linee guida autonome. Infatti, le tre dimensioni esaminate possono funzionare come strumenti di valutazione e verifica separati.

Considerando i diversi aspetti del tool e la sua versatilità come linee guida autonome, la soluzione sviluppata può rappresentare uno strumento significativo non solo nel contesto europeo, ma anche nel bacino del Mediterraneo. Infatti, può supportare la transizione energetica in aree in cui le esigenze di conservazione, intese come accettazione della sostenibilità culturale che comprende i valori immateriali e la percezione sociale dell'ambiente naturale e costruito, influenzano fortemente l'attivazione delle comunità energetiche.

Recentemente, l'opinione pubblica sta prestando sempre più attenzione agli impatti ambientali, anche quando sono relativi al tema della produzione di energia, circostanza che evidenzia come l'interconnessione tra sistemi rinnovabili e aspetti socioculturali e ambientali sia sempre più stretta. Gli utenti necessitano quindi approcci innovativi e declinabili in base al contesto per implementare e integrare nell'ambiente costruito le rinnovabili, essenziali per la transizione energetica [7]. Non può infatti esistere tecnologia senza sociologia [20]e, in mancanza di supporto della comunità locale, questi sistemi di produzione e distribuzione non sono accolti, mentre non sempre la fattibilità tecnica corrisponde alla fattibilità sociale [14].

Il progetto PANORAMA intende colmare questa lacuna sostenendo le comunità locali interessate a promuovere CER con la condivisione di conoscenze - expertise che spesso, al contrario, le grandi aziende possiedono già. In tal modo, il progetto intende supportare le CER nel governare il processo progettuale come protagoniste e in modo consapevole. Esito a lungo termine sarà dunque il trasferimento di conoscenze condivise sui diversi aspetti delle comunità energetiche, compresi i criteri di dimensionamento ottimale e le condizioni e le opportunità per l'integrazione di tecnologie avanzate, per promuovere studi di fattibilità in aree pilota e sperimentazioni transregionali con un alto potenziale di replicabilità. Pertanto, i futuri sviluppi di PANORAMA saranno utili anche per le regioni al di fuori dell'area di progetto, ma che condividono la medesima sfida: implementare sistemi efficaci di produzione di energia rinnovabile attraverso una progettazione che si confronti con le peculiarità naturali e culturali del territorio e dei contesti urbani.

NOTE

1. L'immagine è tratta dal sito www.ilsole24ore.com
2. L'immagine è tratta dal sito www.forbes.com
3. Il team è composto da gruppi di lavoro appartenenti ai seguenti centri di ricerca: Università Luav di Venezia, coordinato dal prof. Massimiliano Condotta e dalle dott.sse Chiara Scanagatta e Elisa Zatta; Università di Udine, coordinato dalla prof.ssa Damiana Chinese; Research Studio Austria, coordinato dal dott. Markus Biberacher e dalla dott.ssa Lisa Riefer.
4. PANORAMA (PIAnificazione di cOmunità eneRgetiche AMbientalmente e pAesaggisticamente sostenibili) è un progetto di ricerca transfrontaliero finanziato dal programma di cooperazione Interreg VI-A Italia-Austria.
5. Gli altri partner del progetto sono: Consorzio dei Comuni del Bacino Imbrifero Montano del Piave appartenenti alla Provincia di Belluno; CML S.r.l.; CONSORZIO NIP; Ökostrombörse Salzburg.
6. L'immagine è stata realizzata dagli Autori.
7. L'immagine è stata elaborata da Uptoeart Italia Srl.