

BALANCING ADAPTATION AND MITIGATION STRATEGIES THROUGH AN INTEGRATED APPROACH

Climate responses in the human habitat

Abstract

Cities and urban areas have an essential role in contributing to sustainable development, as highlighted in the New Urban Agenda and in the Paris Agreement. To this end, experts and municipalities have been setting green and low carbon agendas to transform the built environment and promoting measures to make cities resilient and inclusive. Although several efforts have been promoted to integrate mitigation and adaptation strategies at the local level, a more integrated approach toward climate-energy transition in the built environment is foreseen. By analysing climate and energy-related European policies and by reviewing recent literature, the article explores the interrelations between adaptive and mitigative measures and the challenges related to their successful integration in the human habitat. Finally, the study critically selects strategies of Italian urban planning tools facilitating a combined approach and trying to bridge the gaps in the current processes.

Keywords: *Adaptation, mitigation, urban transformations, interrelations, urban planning tools*

Introduction

Urbanization and urban growth have been advancing with unprecedented rates, highlighting the environmental impacts of current urban development. The rising awareness of cities' contribution to greenhouse gas emissions and their consequences, such as warmer summers and higher probability of extreme events, contributed to the acknowledgment of the need to transform cities towards more inclusive, safe, resilient and sustainable cities [1]. Particularly, to tackle such societal challenges, cities need to respond by reducing greenhouse gas emissions and by being prepared to climate change impacts. In 2015, United Nation (UN) members adopted the 2030 Agenda for Sustainable Development [2] and recognized the role of cities towards climate neutrality, defining goals to reduce vulnerabilities and impacts within the 17 Sustainable Development Goals (SDGs). Integration between policies and strategies is required to effectively contribute to sustainable urban development, and can be achieved by creating synergies between resilience, wellbeing and health. To this end, climate action should facilitate liveability in urban areas, creating a balance between adaptation and mitigation [3].

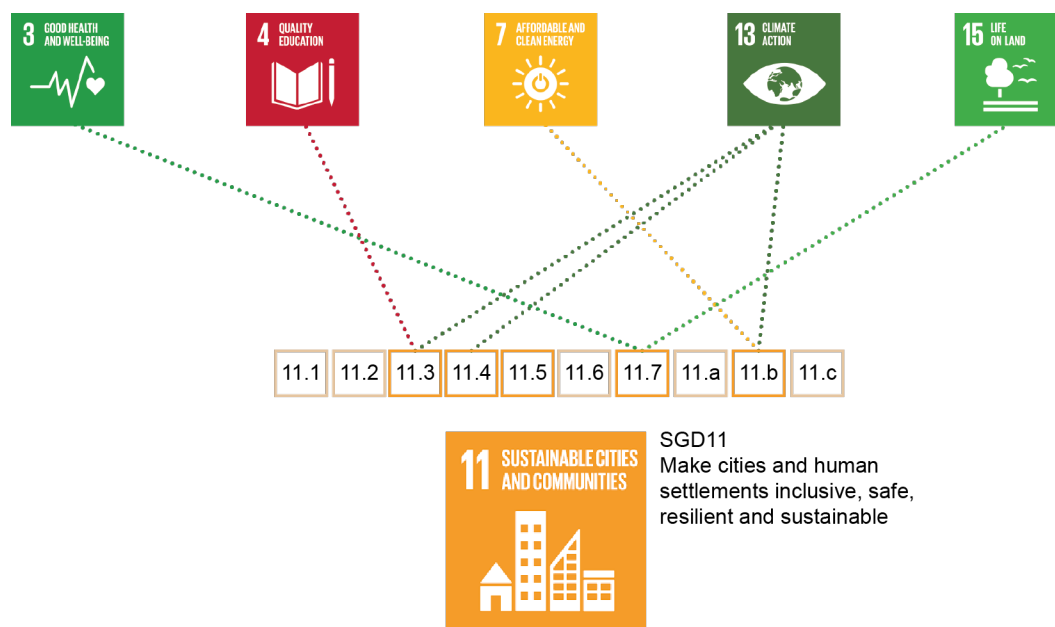


Fig.1 – Interrelations between the 2030 SDGs related to the topics of urban climate adaptation and mitigation. Source: UN (2015). Authors' elaboration

Despite the awareness of the need to mitigate and adapt, few efforts have been made to integrate mitigation and adaptation strategies at the municipal level. Specifically, adaptation and mitigation plans and actions should be better combined to adequately avoid conflicts, for example related to land-use patterns and design of building components. By analysing European policies and literature, this study aims to discuss the relationship between climate adaptation and mitigation in the urban environment, and it proposes an assessment of positive and negative interrelations between design measures. Furthermore, based on the key interactions and gaps identified in the current processes, the work focuses on the Italian context and proposes some good practices at the city planning level that promote a balance between climate policies.

Climate action in EU policy frameworks for cities

The link between urban development and climate change action is highlighted in the Paris Agreement (2015), and strengthened in the Green Deal (2019), by promoting circular economy and nature-based solutions. In this context, European Commission (EC) recognized the importance of implementing the 2030 SDGs and contributed to the integration of cities' challenges through strong collaboration with local municipalities and inhabitants. Cities are

directly targeted by *Goal 11 – Sustainable cities and communities*, while climate adaptation and mitigation by *Goal 13 – Climate action*. However, due to their complexity and connection with other environmental, social, and economic factors, it becomes clear that the interrelations of strategies, sectors, and goals with other SDGs must be considered (Fig. 1). To effectively attain climate goals in urban areas, the complexity of interrelations demands novel approaches considering the goals in an integrated way.

The New Urban Agenda (2016) [4] represents an important step forward in the process towards sustainability, since it includes spatial strategies such as compactness, mixed-uses, density. However, the implementation of the strategies depends on the local conditions and needs, developed with place-based approaches, from the neighbourhood scale to the urban one. To support local governance with bottom-up approaches, EU supports voluntary programs and initiatives to mainstream the adoption of mitigation and adaptation plans (e.g. Climate-Adapt, Covenant of Mayors), and to integrate the wicked issues in urban transition processes (e.g. smart cities, food-water-energy nexus). In this sense, the JPI Urban Europe Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA) 2.0 [1] links sustainability with safety, and highlights the synergies between urban resilience, wellbeing, and robustness in transforming urban

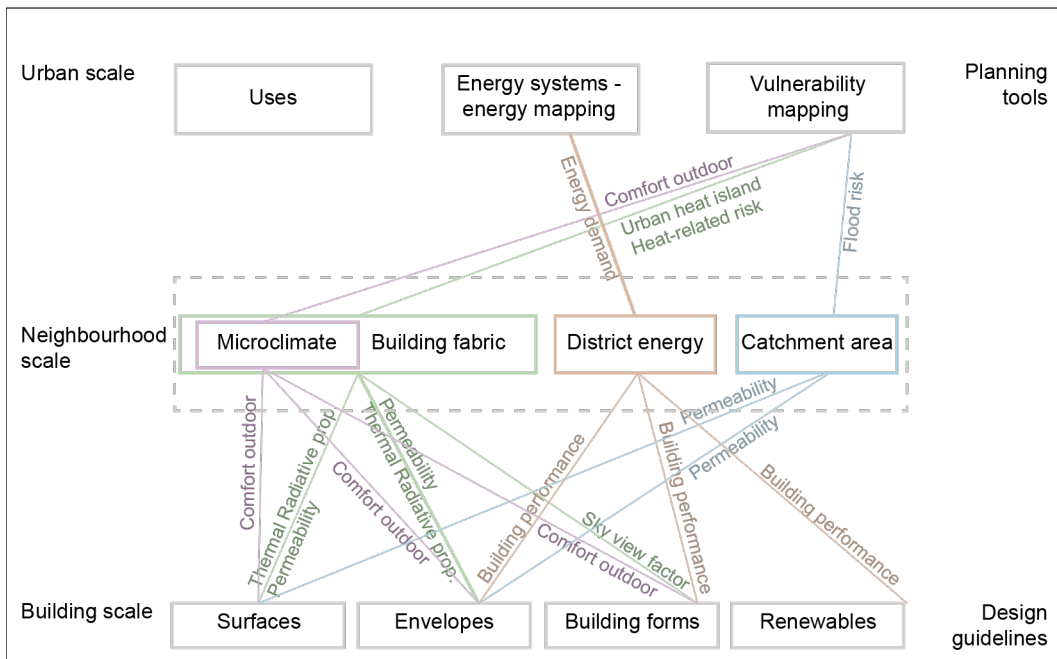


Fig. 2 – Cross-scale interrelations regarding adaptation and mitigation goals in the urban environment.

infrastructure and systems. In other words, EC drives transition processes of the energy sector towards a circular economy and nature-based solutions, to have a good balance between adaptation and mitigation.

To support the strong interrelation between climate and energy strategies, the Covenant of Mayors' commitment into action moved from Sustainable Energy Action Plans (SEAP) to Sustainable Energy and Climate Action Plans (SECAP), thus including risk and vulnerability assessment towards resilience, besides emission inventories and strategies for low carbon goals [5]. Despite acknowledging the need to integrate adaptation and mitigation, the recent European frameworks driving urban transformations have not been clearly including adaptation measures in the low carbon cities guidelines. For example, the concept of Positive Energy District (PED), which is still open and evolving, includes integration between buildings, users, mobility to reduce energy use and greenhouse gas emissions [6]. However, since the main features are energy efficiency, energy flexibility and energy production, PED programme does not directly support adaptation strategies, such as green and blue infrastructures. In this respect, specific strategies concerning the building envelope design as a diaphragm between indoor and outdoor environment (personal living space and neighbourhood) are also missing.

Buildings, neighbourhoods, and cities: scale jumps interactions

Little attention has been often given to the twofold effect of urban components' transformation in terms of adaptation and mitigation. Hence, by changing their morphological and physical characteristics, urban surfaces can contribute to make more resilient, sustainable, and liveable the environment. Urban and building design are shaped by urban planning tools, such as zoning and building codes, which led to the separation of design in two different scales: the building

one and the urban one. At the city scale, the design of healthy and pleasant microclimates have been often ignored, while at the building scale, insufficient effort has been dedicated towards understanding the effect of microclimate on building performances [7]. However, climate change impacts require responses that connect open spaces, buildings, and the city itself. It requires to activate the surfaces of the built environment, to simultaneously tackle different impacts without compromising each other. In this sense, dealing with the neighbourhood scale offers a tool to understand microclimatic phenomena, and drives place-specific solutions influencing the whole human habitat (Fig. 2).

Urban ecosystems are affected by microclimate and by increasing intensity and frequency of extreme events. Urban microclimate has a great influence on quality of life, on inhabitants' health and on the use of open spaces [8]. Furthermore, it affects indoor conditions, by influencing the energy demand of the surrounding buildings. Microclimate conditions are exacerbated by extreme events and determined by urbanization and anthropogenic activities, due to urban fabric, surfaces, building shapes and envelopes. For example, dense urban geometries and reduced space for greening increase land surface temperature and provoke the so-called Urban Heat Island (UHI) effect [9].

Recognizing the synergies between climate, ecosystems, and human life, is an important asset to manage local microclimates, in order to reduce energy production and energy demand, to lower emissions, to promote quality of life in outdoor spaces, and to reduce the impacts of extreme events [7]. Energy, microclimate regulation, urban water management, wellbeing and health are influenced by the characteristics (e.g. thermal and morphological properties) of the built environment in an interrelated manner (Fig. 3). The identification of the phenomena occurring in the urban environment and their factors, helps to

understand the interactions between indoor and outdoor and thus to define approaches towards resilience and sustainability. Novel approaches, based on the contamination of disciplines, have currently been evolving and providing critical tools and approaches to combine environmental design strategies [7]. However, since design practice is mainly affected by urban governance tools, more integration is needed at the city level to coordinate and integrate wellbeing, health and resilience in the urban development plans, considering all the different scales.

Key interactions between adaptation and mitigation measures

According to the literature reviewed, many win-win solutions occur in the urban environment, creating synergies between adaptation and mitigation. However, some unforeseen negative interactions between adaptation and mitigation may occur, leading to conflicts and trade-offs, and challenging the process of resilient transformation [10,11]. Moreover, the implementation of adaptation and mitigation strategies operates in silos and through different scales and sectors, and few efforts have been done at the city level to integrate them [12]. In this paragraph, an overview of categories of adaptation and mitigation actions is briefly presented focusing on the synergies and conflicts between measures.

Nature-based solutions have been recognized as an important tool to reduce the negative impacts of climate change, as well as to reduce carbon emissions. They provide many ecosystem services, such as CO₂ reduction, thermal regulation, run-off reduction and air quality improvement [13]. Moreover, there is growing recognition that nature-based solutions improve health and wellbeing [14]. For example, urban infiltration strips reduce the impacts of heavy rains, by buffering the rainwater in the soil and releasing it slowly in the ground. Furthermore, they reduce air temperature by evapotranspiration, adapting to higher temperatures, and reducing the need to use cooling systems in the surrounding buildings. However, in many cases, nature-based solutions require high demand for space, conflicting with urban density, useful for energy and transportation efficiency [12].

Designing efficient buildings through climate sensitive design contributes to adapt to a warmer climate as well as to mitigate emissions, through energy efficiency and energy saving. For example, transforming existing roofs with cool materials minimizes the effect of solar radiation, thus reducing temperature and summer cooling needs in the building [12]. The use of renewable energy sources produced locally contributes to mitigation, by reducing transportation and operational energy use, but it may conflict with inland and coastal flood protection, which demands high energy loads. The capacity to coordinate different levels of governance and to facilitate cross-cutting goals is necessary to avoid conflicts and to effectively implement both mitigation and adaptation strategies [15,16]. Therefore, place-specific

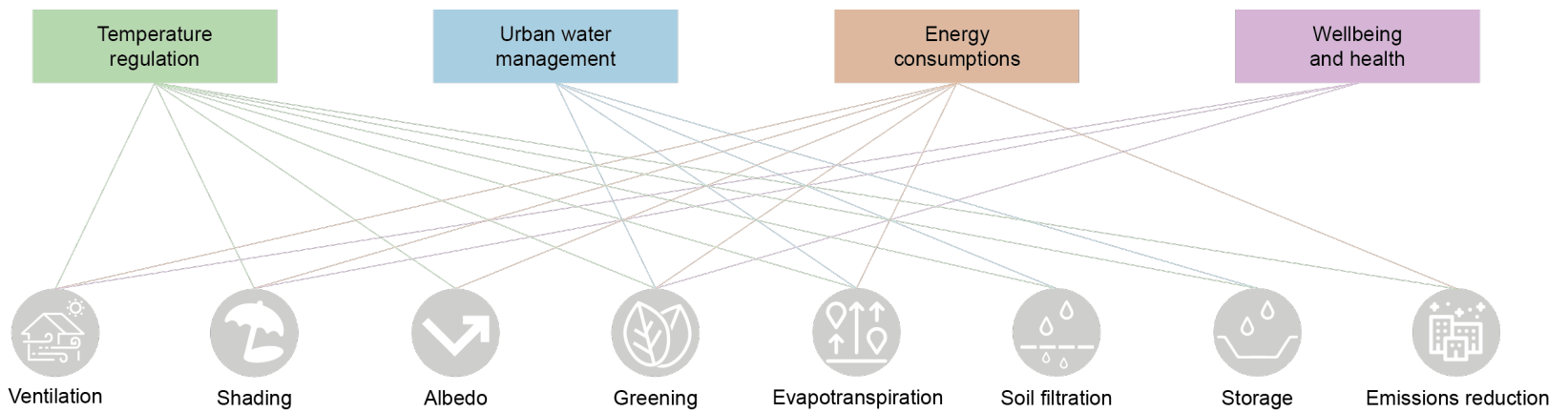


Fig. 3 – Interrelations between properties of the surfaces of the built environment to tackle mitigation and adaptation goals.

policy should define goals and priorities, by considering the existing interactions between measures. Thus, regenerating the surfaces of urban components is more efficient by considering both adaptation and mitigation measures, and it enables the city to tackle urbanization and climate change challenges [17].

Paths to an integrated approach in the Italian context

The overall analysis of policies and literature shows a trend towards more integrated approaches, while the key interactions of design solutions confirm the complexity of implementing balanced adaptation and mitigation measures.

The Italian situation appears complex, and few experiments of adaptation plans have been carried out by local authorities.

Pietrapertosa et al. [18] stated that only two cities adopted both adaptation and mitigation plans (i.e. Bologna and Ancona), but an increasing number of cities have been engaging with climate planning. For example, several cities started processes of vulnerability and risks mapping, or the definition of climate strategies and approaches, especially through climate networks such as Covenant of Mayors and collaborations with universities and research institutes.

According to the literature, the lack of coordination, of cross scale interactions, and of cross sectoral interdependencies are some gaps in an integrated approach.

Specifically, to attain such challenges, four aspects have been identified:

- Common understanding of the effects of climate change as a base to integrate climate action in urban planning system [19], to understand conflicts between sectors [20], to create a cooperative attitude between actors, maximizing synergies and minimizing conflicts and cost-resources [21].
- Important role of science and information to create awareness and to recognize vulnerabilities and to create a strategy [20].
- In general, adaptation is less developed than mitigation, to create more balance it is important to map

vulnerabilities and impacts, and to define actions for health and wellbeing [21].

- To implement the strategy in an integrated way, a shift from sectoral plans towards integration in existing urban plans is foreseen, improving current planning practices [21].

In this regard, a good example can be found in the way the Municipality of Reggio Emilia is trying to incorporate climate-proof strategies and measures in its urban planning tools.

Reggio Emilia joined Covenant of Mayors in 2009 and defined the Mitigation and Adaptation Plan in 2011, later updated with monitoring data, containing the goals by 2020. Moreover, in 2020 within the framework UrbanProof, the Municipality of Reggio Emilia, in collaboration with the University of Venice IUAV defined the proposal for the Climate Adaptation Strategy. The collaboration between research and local government allowed to create a baseline knowledge about the climate-related challenges of the city. Hence, a specific local strategy has been defined [22], involving different departments, local stakeholders, and inhabitants.

Concerning the built environment, the objective of the city is to increase retrofitting and regeneration of existing areas as well as to enhance urban greening (Fig. 4) [23], such as by forestation projects.

Besides increasing knowledge and awareness, the effort of the Municipality is to integrate the

climate-related measures in the urban planning tools, introducing resilience in the Building Code and in the General Urban Plan [22].

Among the Italian experiences, further examples of good practices contributing to the afore-mentioned aspects and facilitating an integrated approach have been identified and divided in four categories: demonstration projects, coordinated governance, planning tools, research and innovation (Tab. 1). Demonstration projects have a key role in improving awareness of the community and of practitioners.

For example, the Municipality of Reggio Emilia started projects of urban forestation in 2016, by planting trees along streets, in parking lots, and in open spaces [22]. Moreover, another type of demonstration projects are eco-districts, which combine concepts of low energy consumptions through local renewable energy generation and buildings' efficiency to the design of open spaces. The neighbourhood Casanova in Bolzano is an example of a combination of energy systems, such as cogeneration and solar panels, with building shapes that maximize solar gain and natural ventilation [24].

Enhancing the coordination between scales and sectors constitutes a key aspect for integrated approaches [10,12]. Thus, multisector and coordinated urban governance facilitates implementation. The Municipality of Milan nominated a Chief Resilient Manager in 2017, who coordinates the different urban strategies

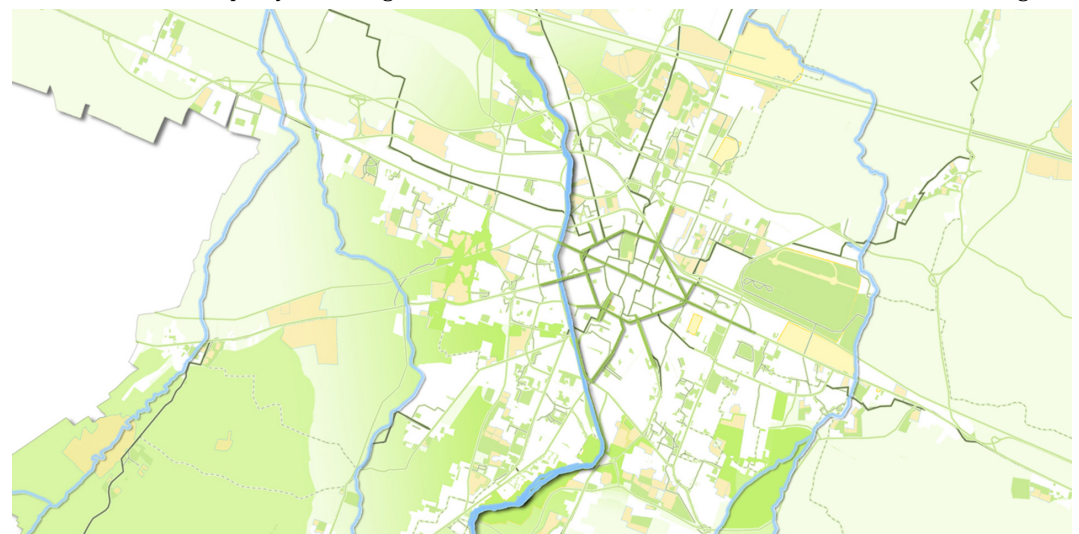


Fig. 4 – Urban Green Plan of Reggio Emilia (Piano del Verde). Source: Binini Partners

to tackle the challenges of resilience and energy efficiency¹¹. Furthermore, the Region Emilia Romagna defined a strategy of adaptation and mitigation to coordinate climate measures within the Region, from the regional to the municipal scale [25].

To be more effectively implemented, adaptation and mitigation strategies should be integrated in the urban planning tools [21].

Since zoning and codes (e.g. building and energy codes) define the framework to implement measures, the addition of new indexes or new requirements in the planning tools drives towards more climate-performative solutions. For example, the Municipality of Reggio Emilia is currently updating the General Urban Plan (PUG) with indexes for adaptation and mitigation, such as the reduction of the buildings' impact (RIE) or the greening regulation [26].

Finally, the role of research and innovation is an important asset to successfully integrate adaptation and mitigation measures in urban environment. Several mentioned examples are the result of the collaboration between Municipalities, Universities, and research institutes, within national or European programs. In this way, the role of Municipality is to coordinate the different aspects such as strategies of adaptation plans, the strategies provided for PAES and the local challenges.

Final considerations

To promote effective integration in urban design and urban planning practices, the article identifies the key interrelations between adaptation and mitigation measures and defines the drivers of conflicts. Moreover, to enhance the implementation of the measures, a series of features at the urban governance level are identified to achieve combined approaches for climate action. The relationship between buildings and districts seems to be one of the most promising (and missing) factors to be further strengthened. Hence, considering microclimate allows to improve the interdependences between humans and built environment.

The paper indicates some tools useful at the locale level to implement the strategies mentioned in the European policies. Specifically, demonstration projects such as eco-districts constitute real experimentations of effective balance between climate policies, by driving transformations towards nature-based solutions, energy efficient and renewable energy sources. Moreover, coordinated urban governance enables local authorities to identify priorities and to solve trade-offs between sectors. Creating a dialogue between different sectors and scales of local authorities helps to set a shared vision of how to effectively integrate adaptation and mitigation solutions with other local urban challenges.

Thus, balancing spatial strategies, short-term

and long-term measures is an issue to be tackled locally. Finally, integrating climate strategies in the urban planning tools helps to successfully link sustainability and safety with spatial strategies, and it seems a necessary asset to implement the actions of the SECAP. Being a local effort, managing adaptation and mitigation in an integrated manner requires additional capacities, coordination, and update of planning instruments to solve conflicts and harness synergies in the climate action plans.

REFERENCES

- [1] Joint Programming Initiative Urban Europe (2019). *Strategic Research and Innovation Agenda, SRIA 2.0*. Retrieved June 6, 2020, from: <https://jpi-urbaneurope.eu/app/uploads/2019/02/SRIA2.0.pdf>
- [2] United Nations (2015). *Transforming our world. The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Retrieved from: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- [3] EC (2019). *Towards a sustainable Europe by 2030: Reflection paper*. COM (2019)22
- [4] United Nations General Assembly 2016. *New Urban Agenda*, New York: United Nations. Retrieved May 12, 2020, from: <http://habitat3.org/the-new-urban-agenda/>
- [5] Bertoldi P. (editor) (2018). *Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP) - PART 3 - Policies, key actions, good practices for mitigation and adaptation to climate change and Financing SECAP(s)*, EUR 29412 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- [6] *SET-Plan ACTION n°3.2 Implementation Plan. Europe to become a global role model in integrated, innovative solutions for the planning, deployment, and replication of Positive Energy Districts*.
- [7] Naboni, E., Natanian, J., Brizzi, G., Florio, P., Chokhachian, A., Galanos, T., & Rastogi, P. (2019). *A digital workflow to quantify regenerative urban design in the context of a changing climate*. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 113, 109255.
- [8] EEA (2016). *Urban adaptation to climate change in Europe*. [online] Available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-2016>.
- [9] Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). *Local Climate Zones for Urban Temperature Studies*, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879-1900. Retrieved Dec 14, 2020, from <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/93/12/bams-d-11-00019.1.xml>
- [10] Landauer, M., Juhola, S., Klein, J., (2018). *The role of scale in integrating climate change adaptation and mitigation in cities*, *Journal of Environmental Planning and Management*. DOI: 10.1080/09640568.2018.1430022.
- [11] Rosenzweig, C., Solecki, W., Romero-Lankao, P., Mehrotra, S., Dhakal, S., Bowman, T., & Ali Ibrahim, S. (2015). *ARC3.2 Summary for City Leaders*. Urban Climate Change Research Network. New York: Columbia University
- [12] Landauer, M., Juhola, S., & Söderholm, M. (2015). *Inter-relationships between adaptation and mitigation: A systematic literature review*. *Climatic Change*, 131(4), 505-517. doi:10.1007/s10584-015-1395-1
- [13] Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., et al. (2014). *Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure*. *Journal of Environmental*

Period	Location	Measure	Cross-sectoral coordination	Cross-scale coordination	Cross cutting goals
The role of demonstration projects					
2014	Bolzano	Eco Neighbourhood Casanova	x		
2016	Reggio Emilia	Reforestation projects			x
The role of coordinated governance					
2019	Region Emilia Romagna	Regional Strategy of Adaptation and Mitigation	x	x	x
2017	Bologna	Metropolitan Agenda for sustainable development, Bologna Chart ¹			x
2017	Milan	Chief Resilient Manager	x	x	x
2020 (planned)	Reggio Emilia	Position of climate change coordination ²	x	x	x
The role of urban planning					
2020	Bologna	Adoption of PUG, containing PAESC, Sustainable Mobility Plan and Green Plan ³	x		x
2020	Bologna	Microclimatic fragility level mapping, General Urban Plan ⁴		x	
2020	Bologna	Increasing index of microclimate wellbeing ⁵		x	
2020	Bologna	Shading, solar radiation and evapotranspiration requirements in the Building Code (RE) ⁶		x	
2020	Reggio Emilia	Reducing Building Impact (RIE) ⁷		x	
2020 (planned)	Reggio Emilia	Updating the Greening Regulation ⁸		x	x
The role of research and innovation					
2016	Padova	Strategies for developing a climate adaptation plan ⁹	x		
2018	Milan	Metro Adapt Platform- Mitigation and adaptation strategies in PTM ¹⁰	x		

Tab.1 – Definition of practices useful to create a balance between mitigation and adaptation goals. The proposed measures refer to a sample of Italian cities taken as case studies (Bologna, Reggio Emilia, Padova, Milano, Bolzano).

- Management, 146, 107-115.
doi:10.1016/j.jenvman.2014.07.025
- [14] Marselle, M.R., Stadler, J., Korn, H., Irvine, K.N., & Bonn A. (2019). *Biodiversity and Health in the Face of Climate Change: Challenges, Opportunities and Evidence Gaps*. In: Marselle M., Stadler J., Korn H., Irvine K., Bonn A. (eds) *Biodiversity and Health in the Face of Climate Change*. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-02318-8_1
- [15] Creutzig, F., Bai, X., Khosla, R., Viguie, V. & Yamagata, Y. (2020). *Systematizing and Upscaling Urban Climate Change Mitigation*. *Environmental Research Letters*, vol. 15, no. 10, 17 Sept. 2020, p. 100202, 10.1088/1748-9326/abb0b2. Accessed 20 Nov. 2020.
- [16] Grafakos S., Trigg K., Landauer M., Chelleri L., Dhakal S. (2019). *Analytical framework to evaluate the level of integration of climate adaptation and mitigation in cities*, *Climatic Change*, 154:87-106.
<https://doi.org/10.1007/s10584-019-02394-w>.
- [17] Garshabi, S., Haddad, S., Paolini, R., Santamouris, M., Papangelis, G., Dandou, A., et al. (2020). *Urban mitigation and building adaptation to minimize the future cooling energy needs*. *Solar Energy*, 204, 708-719.
doi:10.1016/j.solener.2020.04.089
- [18] Pietrapertosa, F., Salvia, M., Hurtado, S. D., D'alonzo, V., Church, J. M., Geneletti, D., et al. (2019). *Urban climate change mitigation and adaptation planning: Are Italian cities ready?* *Cities*, 91, 93-105.
doi:10.1016/j.cities.2018.11.009
- [19] Kokx, A. and Spit, T. (2012). *Increasing the Adaptive Capacity in Unembanked Neighbourhoods? An Exploration into Stakeholders' Support for Adaptive Measures in Rotterdam*. *American Journal of Climate Change*, 1, 181-193.
- [20] Hartmann, T., & Spit, T. (2014). *Capacity Building for the Integration of Climate Adaptation into Urban Planning Processes: The Dutch Experience*, *American Journal of Climate Change*, 2014, 3, 245-252
- [21] Grafakos, S., Viero, G., Reckien, D., Trigg, K., Viguie, V., Sudmant, A., et al. (2020). *Integration of mitigation and adaptation in urban climate change action plans in Europe: A systematic assessment*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 121, 109623
- [22] *Adaptation Strategy Reggio Emilia* (2020). Retrieved from:
[https://www.comune.re.it/retcecivica/urp/retcecivi.nsf/PESIdDoc/6288AD7DC1922FB4C1258614003C43B5/\\$file/Report%20completo%20-%20Strategia%20di%20Adattamento%20Reggio%20Emilia.pdf](https://www.comune.re.it/retcecivica/urp/retcecivi.nsf/PESIdDoc/6288AD7DC1922FB4C1258614003C43B5/$file/Report%20completo%20-%20Strategia%20di%20Adattamento%20Reggio%20Emilia.pdf)
- [23] Comune di Reggio Emilia (2020). *Reggio Emilia riparte*. Retrieved from:
<https://www.comune.re.it/retcecivica/urp/retcecivi.nsf/DocumentID/27CDE129180456D3C1258584004E5E62?Opendocument>
- [24] Castagna, M., & Antonucci, D. (2014). *Risultati del monitoraggio del quartiere Casanova a Bolzano sud*. Retrieved from:
http://www.eurac.edu/en/research/technologies/renewableenergy/publications/Documents/Casanova_Monitoraggio_IT.pdf
- [25] *Strategia di mitigazione e adattamento per i cambiamenti climatici della regione Emilia-Romagna* (2019). Retrieved from:
<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/temi/la-regione-per-il-clima/strategia-regionale-per-i-cambiamenti-climatici/la-regione-per-il-clima-la-strategia-di-mitigazione-e-adattamento-per-i-cambiamenti-climatici>
- [26] *Piano Urbanistico Generale di Reggio Emilia* (2020).

[https://www.comune.re.it/retcecivica/urp/retcecivi.nsf/PESIdDoc/D7CBD4C649C44B4AC12586370037AA20/\\$file/PUG%20-%20La%20citt%C3%A0%20del%20presente%20e%20le%20sfide%20per%20il%20futuro_da%20cambiare.pdf](https://www.comune.re.it/retcecivica/urp/retcecivi.nsf/PESIdDoc/D7CBD4C649C44B4AC12586370037AA20/$file/PUG%20-%20La%20citt%C3%A0%20del%20presente%20e%20le%20sfide%20per%20il%20futuro_da%20cambiare.pdf)

NOTES

- The Bologna Chart (Carta di Bologna per l'ambiente) was signed by the Italian Metropolitan cities in 2017, with the Environment Minister and President of Region Emilia Romagna. The Chart defines eight main topics that Metropolitan Cities must undertake in their sustainable development agendas. Retrieved from:
https://www.cittametropolitana.bo.it/portale/Engine/RAServeFile.php/f/comunicati_stampa/carta_di_bologna_per_l_ambiente.pdf
- Measure number 40 in the Adaptation Strategy [22]
- The strategies of the General Urban Plan (PUG) of Bologna contain the topics of resilience and environment (e.g. retrofitting of existing environment, mitigating UHI). Retrieved from:
<http://dru.iperbole.bologna.it/categorie-pianificazione/piano-urbanistico-generale-pug>
- The PUG classifies the urban environment in four microclimate fragility classes. Prescriptions for buildings are based on the classification.
http://sit.comune.bologna.it/alfresco/d/d/works/pace/SpacesStore/172e16de-6d32-43f3-9746-1a713919ba78/Disciplina%20del%20Piano_AD_O.pdf
- The Building Code of Bologna (art. 28) contains the Microclimatic Wellbeing Index, which should be maintained or improved. Retrieved from: ibidem
- The Building Code of Bologna (art. 28) defines requirements for summer cooling. Retrieved from: ibidem
- Introduction of the RIE index in the Building Code of Reggio Emilia to limit the impact of buildings in terms of adaptation [24].
- Updating the Green Code to guide the choice of vegetation in terms of adaptation and mitigation [24]
- Padova Resiliente (2016). Retrieved from:
<https://www.padovanet.it/sites/default/files/attachment/Linee%20guida%20per%20la%20costruzione%20del%20Piano%20di%20Adattamento%20al%20cambiamento%20climatico.pdf>
- The introduction of resilience in the Territorial Metropolitan Plan (PTM) in Milan is the result of collaboration between more than 150 local partners in an international research network. More information available at:
https://opencms10.cittametropolitana.mi.it/Life_Metro_Adapt/ptm.
- The Chief Resilient Manager is the Milan's coordinator of 100 Resilient Cities – Pioneered by The Rockefeller Foundation (100RC)

BILANCIARE LE STRATEGIE DI ADATTAMENTO E MITIGAZIONE ATTRAVERSO UN APPROCCIO INTEGRATO

Risposte al cambiamento climatico nell'habitat umano

Sommario

Come evidenziato nella Nuova Agenda Urbana e nell'Accordo di Parigi, le città e le aree urbane hanno un ruolo centrale nello sviluppo sostenibile. A tal fine, esperti e municipalità stanno definendo agende verdi e a basse emissioni per trasformare l'ambiente urbano e per promuovere misure volte a rendere le più città resilienti e inclusive. Nonostante siano stati fatti diversi tentativi per integrare le strategie di mitigazione e di adattamento a livello locale, è necessario un approccio più integrato per la

transizione clima-energia nell'ambiente urbano. Attraverso l'analisi delle politiche europee per il clima e l'energia e lo studio della recente letteratura, l'articolo esplora le interrelazioni tra misure adattive e di mitigazione e definisce delle sfide per garantire un'integrazione efficace nell'habitat umano. Infine, lo studio seleziona criticamente alcuni strumenti di pianificazione urbana di città italiane che facilitano un approccio combinato, cercando di contribuire al dibattito sui processi attuali.

Parole-chiave: Adattamento, mitigazione, trasformazioni urbane, inter-relazioni, strumenti di pianificazione urbana.

Introduzione

L'urbanizzazione e la crescita urbana stanno avanzando ad un ritmo senza precedenti, evidenziando gli impatti ambientali dell'attuale sviluppo urbano. La crescente consapevolezza del contributo delle città alle emissioni di gas serra e delle loro conseguenze, come estati più calde e una maggiore probabilità di eventi estremi (e.g. ondate di calore, inondazioni), ha contribuito a riconoscere la necessità di rendere le città più inclusive, sicure, resilienti e sostenibili [1]. In particolare, per affrontare tali sfide, le città devono rispondere, riducendo le emissioni di gas serra e preparandosi agli impatti climatici. Nel 2015, le Nazioni Unite (ONU) hanno adottato l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile e hanno riconosciuto il ruolo delle città nel raggiungimento della neutralità climatica, definendo gli obiettivi per ridurre le vulnerabilità e gli impatti all'interno dei 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) [2]. L'integrazione tra politiche e strategie è indispensabile per contribuire efficacemente ad uno sviluppo urbano sostenibile e può essere raggiunta creando sinergie tra resilienza, benessere e salute e facilitando la vivibilità nelle aree urbane, creando un equilibrio tra adattamento e mitigazione [3]. Nonostante vi sia consapevolezza della necessità di mitigare e adattare l'ambiente urbano, a livello locale l'integrazione fra le due strategie risulta ancora insufficiente. In particolare, i piani e le azioni di adattamento e mitigazione dovrebbero essere meglio integrati per evitare eventuali conflitti che potrebbero insorgere, ad esempio, in merito all'utilizzo del suolo. Sulla base della rassegna bibliografica e dell'analisi delle politiche europee, lo studio esamina il rapporto tra adattamento climatico e mitigazione nell'ambiente urbano e propone un quadro delle interazioni positive e negative delle relative misure. A partire dalle interazioni chiave e dei gap individuati, il lavoro propone alcune buone pratiche a livello di pianificazione urbana per promuovere un equilibrio tra di esse.

Azioni per il cambiamento climatico nelle politiche urbane europee

Il legame tra sviluppo urbano e le risposte al cambiamento climatico è evidenziato dall'Accordo di Parigi (2015), e la transizione verso lo sviluppo sostenibile è guidata dal Green Deal, attraverso la promozione di un'economia circolare e l'adozione di soluzioni "nature based".

Con questi accordi, l'Unione Europea e le Nazioni Unite hanno riconosciuto l'importanza di attuare gli SDGs e hanno contribuito a integrare le sfide a livello urbano attraverso una forte collaborazione con le Municipalità e la popolazione locale. Tali sfide sono contenute nel Goal 11 – Città e comunità sostenibili - e nel Goal 13 – Azione per il clima. Tuttavia, a causa della loro complessità e connessione con altri fattori ambientali, sociali ed economici, risulta evidente che devono essere prese in considerazione le interrelazioni tra strategie, settori, obiettivi con altri SDGs (Fig. 1). Per affrontare efficacemente le problematiche climatiche nelle aree urbane, la complessità delle interrelazioni richiede nuovi approcci che considerino gli obiettivi in modo integrato.

La Nuova Agenda Urbana (2016) [4] rappresenta un importante passo avanti nel processo verso la sostenibilità, poiché comprende strategie spaziali come compattezza, rigenerazione urbana, destinazioni d'uso diversificate, densità. Tuttavia, l'applicabilità e l'attuazione delle strategie dipendono dalle condizioni locali e devono essere sviluppate con approcci basati sul luogo, dalla scala di vicinato a quella urbana. Per sostenere la governance locale con approcci bottom-up, l'UE promuove programmi e iniziative volontari per adottare piani di mitigazione e di adattamento (e.g. Climate-Adapt, Patto dei Sindaci) e per integrare i problemi complessi nello sviluppo urbano (e.g. smart cities, food-water-energy nexus). In questo senso, l'Agenda Strategica per la Ricerca e l'Innovazione (SRIA) 2.0 [1] collega la sostenibilità alla sicurezza ed evidenzia le sinergie tra resilienza urbana, benessere e solidità nella trasformazione delle infrastrutture e dei sistemi urbani. In altre parole, la Commissione Europea include la transizione del settore energetico verso l'economia circolare e soluzioni "nature-based", per avere un buon equilibrio tra adattamento e mitigazione.

Per sostenere la forte interrelazione tra strategie climatiche ed energetiche, il contributo per il Patto dei Sindaci è passato dai Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) ai Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (SECAP), includendo così la valutazione del rischio e delle vulnerabilità, oltre agli inventari delle emissioni e alle strategie per ridurre [5]. Nonostante il riconoscimento della necessità di integrare adattamento e mitigazione, i recenti quadri europei, che guidano le trasformazioni urbane, non hanno incluso in maniera chiara misure di adattamento nelle linee guida per le città a basse emissioni.

Per esempio, il concetto di distretto ad energia positiva (PED) [6], ancora aperto e in evoluzione, include l'integrazione tra edifici, utenti, mobilità per ridurre l'uso di energia ed emissioni di gas serra, ma non contiene indicazioni per creare quartieri sani e sicuri, come per esempio attraverso le infrastrutture verdi e blu. In questo senso, mancano specifiche strategie riguardanti l'involucro edilizio inteso come un diaframma fra l'interno e l'esterno (spazio abitativo personale e vicinato).

Edifici, quartieri e città: interazioni multiscalari

Si è spesso prestata poca attenzione al fatto che la trasformazione delle componenti urbane influisce direttamente sulla mitigazione e sull'adattamento e al fatto che, modificandone le caratteristiche morfologiche e fisiche, esse possono contribuire a rendere l'ambiente urbano più resiliente, sostenibile e vivibile. La progettazione urbana e edilizia è modellata da strumenti di pianificazione urbana, come la suddivisione in zone omogenee e i codici edilizi, che hanno portato alla separazione della progettazione in due diverse scale: quella edilizia e quella urbana. Su scala comunale, il miglioramento del benessere microclimatico è stato spesso ignorato, mentre su scala edilizia, la comprensione dell'effetto del microclima sulle prestazioni dell'edificio è stata trascurata [7]. Tuttavia, gli impatti del cambiamento climatico richiedono risposte che colleghino spazi aperti, edifici e la città stessa. Essi richiedono la riattivazione delle superfici dell'ambiente costruito per affrontare contemporaneamente impatti diversi senza entrare in conflitto tra di essi. In questo senso, la scala del quartiere offre uno strumento per comprendere i fenomeni climatici che si verificano nelle aree urbane, e guida soluzioni specifiche per il luogo, modificando l'habitat umano (Fig.2).

Gli ecosistemi urbani sono condizionati dal microclima e dall'aumento dell'intensità e della frequenza degli eventi estremi. Il microclima ha una grande influenza sulla qualità della vita, sulla salute delle persone e sull'uso degli spazi aperti [8]. Inoltre, agisce sulle condizioni interne influenzando la domanda di energia degli edifici circostanti. Le condizioni del microclima,

esasperate dagli eventi estremi, sono determinate dall'urbanizzazione e dalle attività antropogeniche e dipendono dal tessuto urbano, dalle superfici, dalle forme degli edifici e dagli involucri. Ad esempio, la densità urbana e la riduzione dello spazio per il verde aumentano la temperatura delle superfici e provocano il cosiddetto effetto isola di calore (UHI) [9]. Riconoscere le sinergie tra clima, ecosistemi e vita umana è una risorsa importante per gestire i microclimi locali e per ridurre la domanda e la produzione di energia, ridurre le emissioni, promuovere la qualità della vita negli spazi aperti e ridurre l'impatto degli eventi estremi [7]. Nonostante questi fenomeni abbiano implicazioni diverse sull'energia, sulla regolazione del microclima, sulla gestione delle acque urbane, sul benessere e sulla salute, essi sono influenzati dalle stesse caratteristiche dell'ambiente costruito, ad esempio dalle proprietà termiche e morfologiche (Fig. 3). L'identificazione dei fenomeni che si verificano nell'ambiente urbano e dei fattori che vi contribuiscono, aiuta a comprendere le interazioni tra interno ed esterno e quindi a definire gli approcci alla resilienza e alla sostenibilità. Attualmente, nuovi approcci basati sulla contaminazione delle discipline sono in evoluzione e forniscono strumenti critici per combinare le diverse strategie di progettazione ambientale. Tuttavia, poiché la pratica progettuale è principalmente influenzata dagli strumenti di governance urbana, è necessaria una maggiore integrazione a livello urbano, per coordinare e integrare il benessere, la salute e la resilienza nei piani di sviluppo urbano considerando tutte le diverse scale.

Principali interazioni tra le misure di adattamento e di mitigazione

Secondo la letteratura esaminata, esistono molte soluzioni win-win nell'ambiente urbano, che generano sinergie tra adattamento e mitigazione. Tuttavia, si possono verificare anche interazioni negative non previste tra adattamento e mitigazione, che determinano conflitti di interesse e trade-off, rendendo più difficile il processo di trasformazione verso uno sviluppo resiliente [10,11]. Inoltre, l'attuazione delle strategie di adattamento e mitigazione opera spesso in silos tra diverse scale e diversi settori e attualmente sono pochi i casi di integrazione su scala urbana tra di esse [12].

Di seguito si illustra una panoramica delle categorie di azioni di adattamento e mitigazione che possono creare sinergie e conflitti.

Le soluzioni "nature based" sono state riconosciute come uno strumento importante per ridurre gli impatti negativi dei cambiamenti climatici e per ridurre le emissioni. Esse forniscono molti servizi ecosistemici, come la riduzione delle emissioni di CO₂, la regolazione termica, la riduzione del deflusso e il miglioramento della qualità dell'aria [13]. Inoltre, è crescente la consapevolezza che le soluzioni nature-based migliorino la salute e il benessere delle persone [14]. Ad esempio, le strisce drenanti ai lati delle strade rappresentano una soluzione per ridurre l'impatto delle piogge intense, rallentando l'infiltrazione dell'acqua piovana nel terreno. Inoltre, esse contribuiscono ad abbassare la temperatura dell'aria per evapotraspirazione, riducendo di conseguenza la necessità di utilizzare sistemi di raffrescamento negli edifici circostanti. Tuttavia, in molti casi, le soluzioni "nature based" richiedono un'elevata domanda di spazio, generando conflitti con la densità urbana, utile all'efficienza energetica e dei trasporti [12]. La progettazione di edifici efficienti attraverso un design "climate friendly" contribuisce all'adattamento, in particolare all'aumento delle temperature, e alla mitigazione delle emissioni, attraverso l'efficienza e il risparmio energetico. Trasformare i tetti esistenti con materiali freddi riduce al minimo l'effetto della radiazione solare, riducendo la necessità di raffrescamento degli edifici nel periodo estivo [12]. L'uso di fonti di energia rinnovabile prodotta

localmente contribuisce alla mitigazione climatica, riducendo il trasporto e il consumo di energia, ma interagisce in maniera negativa con la protezione dalle inondazioni delle aree interne e costiere, che richiedono un'elevata domanda di energia. La capacità di coordinare i diversi livelli di governance e di facilitare gli obiettivi trasversali è fondamentale per evitare conflitti e attuare efficacemente sia strategie di mitigazione che di adattamento [15,16]. Pertanto, le politiche a livello locale dovrebbero indicare obiettivi e priorità, considerando le interazioni esistenti tra le varie soluzioni, per guidare le trasformazioni urbane e le future esigenze di urbanizzazione. A tal fine, rigenerare le superfici delle componenti urbane è più efficiente se si considerano sia le misure di adattamento che quelle di mitigazione, e consente alla città di essere preparate sia alla crescente urbanizzazione che al cambiamento climatico [17].

Verso un approccio integrato nel contesto italiano

L'analisi complessiva delle politiche e della letteratura conferma una tendenza verso approcci più integrati, mentre le interazioni chiave delle soluzioni progettuali confermano la complessità dell'attuazione di misure equilibrate tra adattamento e mitigazione. La situazione italiana appare complessa e poche esperienze di piani di adattamento sono state condotte dalle autorità locali. Pietrapertosa et al. [18] sostengono che solo due città (Bologna e Ancona) hanno adottato piani di adattamento e mitigazione, ma che un numero crescente di città è impegnato nella pianificazione urbana per il clima. Ad esempio, diverse città hanno avviato processi di mappatura delle vulnerabilità e dei rischi, o la definizione di strategie e approcci climatici, grazie ai network per il clima come il Patto dei Sindaci o a collaborazioni con università e istituti di ricerca.

Secondo l'analisi della letteratura, la mancanza di coordinamento, di interazione tra diverse scale e diversi settori costituiscono dei gap verso un approccio integrato.

In particolare, per raggiungere tali obiettivi, sono state identificate quattro azioni:

- Comprensione comune degli effetti del cambiamento climatico nel territorio come base per integrare l'azione per il clima nella pianificazione [19], per comprendere i conflitti tra settori [20], per migliorare la cooperazione fra attori, minimizzando i conflitti e massimizzando le sinergie [21].
- Ruolo fondamentale della scienza e dell'informazione per creare maggior consapevolezza, per riconoscere le vulnerabilità e definire una strategia [20].
- In generale, l'adattamento è meno sviluppato della mitigazione, per incentivare il bilanciamento con la mitigazione, è importante mappare le vulnerabilità e gli impatti e definire azioni per la sicurezza delle persone [21].
- Per integrare mitigazione e adattamento in maniera integrata, sembra inevitabile passare dai piani settoriali per il clima all'integrazione delle misure negli strumenti di pianificazione urbana [21].

A questo proposito, la Municipalità di Reggio Emilia costituisce un buon esempio per l'inclusione delle strategie a prova di clima negli strumenti di governo del territorio. Reggio Emilia ha aderito al Patto dei Sindaci nel 2009, definendo il Piano di Mitigazione e di Adattamento nel 2011, aggiornato con i dati di monitoraggio, per raggiungere gli obiettivi del 2020. Inoltre, all'interno del progetto UrbanProof, il Comune di Reggio Emilia, collaborando con l'Università di Venezia IUAV, ha definito una proposta di Strategia di adattamento climatico. La collaborazione tra ricerca e Comune ha permesso di costruire una base di conoscenze indispensabili per definire le azioni per la città [22], coinvolgendo diversi dipartimenti, attori

locali e i cittadini.

Riguardo all'ambiente costruito, l'obiettivo della città è di incrementare i retrofitting e la rigenerazione dell'ambiente esistente e di estendere il verde urbano (Fig. 4) [23], per esempio attraverso progetti di riforestazione.

Oltre a migliorare la conoscenza e la consapevolezza, il tentativo della città di Reggio Emilia è di integrare le azioni per il clima negli strumenti di pianificazione urbana, introducendo la resilienza nel Regolamento Edilizio e nel Piano Generale Urbano [22].

Nel contesto italiano, sono stati identificati alcuni esempi di buone pratiche che contribuiscono alle azioni definite in precedenza e che facilitano un approccio integrato. Essi sono riportati divisi in quattro categorie: progetti dimostrativi, governance coordinata, strumenti del piano, e ricerca e innovazione (Tab.1).

I progetti dimostrativi hanno un ruolo fondamentale per incrementare la consapevolezza delle comunità e dei professionisti.

Il Comune di Reggio Emilia ha avviato progetti di forestazione urbana dal 2016, piantando alberi lungo le strade, nei parcheggi e negli spazi aperti [22]. Inoltre, un altro tipo di progetti dimostrativi sono gli eco-distretti, che combinano concetti di bassi consumi energetici attraverso la generazione locale di energia rinnovabile e l'efficiamento energetico degli edifici con la progettazione di spazi aperti. Il quartiere Casanova di Bolzano è un esempio di combinazione di sistemi energetici, come cogenerazione e pannelli solari, con forme che massimizzano l'azione solare e la ventilazione naturale [24].

Il rafforzamento del coordinamento tra scale e settori costituisce un aspetto chiave per gli approcci integrati [10,12]. Dunque, una governance urbana multisettoriale e coordinata facilita l'implementazione. A questo proposito, il Comune di Milano ha nominato nel 2017 uno Chief Resilient Manager, che coordina le diverse strategie urbane per affrontare le sfide della resilienza e dell'efficienza¹¹. Inoltre, la Regione Emilia-Romagna ha definito una strategia di adattamento e mitigazione per coordinare le misure climatiche all'interno della Regione [25].

Per essere più efficaci, le strategie di mitigazione e di adattamento dovrebbero essere integrate negli strumenti di pianificazione urbana [21].

La suddivisione in zone e i codici (per esempio edilizio o energetico) definiscono il quadro per l'attuazione delle misure: l'aggiunta di nuovi indici o di nuovi requisiti negli strumenti di pianificazione spinge verso soluzioni più performanti a favore del clima. Ad esempio, il Comune di Reggio Emilia sta attualmente aggiornando

il Piano Urbano Generale (PUG) con indici di adattamento e mitigazione, come la riduzione dell'impatto degli edifici (RIE) o l'aggiornamento del Regolamento del Verde [26].

Infine, la ricerca e l'innovazione sono una risorsa importante per integrare con successo misure di adattamento e di mitigazione nell'ambiente urbano. Diversi esempi sopra citati sono il risultato della collaborazione tra Comuni e Università o istituti di ricerca, nell'ambito di programmi nazionali o europei. In questo caso, il ruolo del Comune è quello di coordinare i diversi aspetti, come le strategie di piani di adattamento e le strategie previste per il PAES con le sfide locali.

Considerazioni finali

Per promuovere un'efficace integrazione nella progettazione e nelle pratiche di pianificazione urbana, l'articolo identifica le principali interrelazioni tra misure di adattamento e di mitigazione e definisce i fattori trainanti dei conflitti. Inoltre, per migliorare l'implementazione di tali misure, sono identificati una serie di strumenti governativi che possono essere utili ad un approccio integrato. In tal senso, la relazione tra edifici e distretti sembra essere uno fra i fattori più promettenti (e mancanti) da sviluppare. Infatti, considerare il microclima nella progettazione permette di migliorare le relazioni tra l'ambiente costruito, l'ambiente naturale e l'uomo.

Il paper identifica alcuni strumenti utili alla scala locale per implementare le strategie indicate nelle politiche europee. In particolare, i progetti dimostrativi come gli eco-distretti costituiscono degli strumenti per sperimentare sul campo misure bilanciate di adattamento e mitigazione e per guidare la transizione urbana verso l'uso di soluzioni nature-based, tecnologie di efficienza energetica e fonti di energia rinnovabile. Inoltre, una governance urbana più coordinata permette alle autorità locali di identificare conflitti fra settori e di risolvere conflitti fra di essi. Creando un dialogo tra diversi settori e scale delle autorità locali è possibile definire una visione condivisa per integrare in maniera efficace soluzioni di adattamento e mitigazione con le altre sfide locali. Infatti, il bilanciamento fra strategie spaziali, tra misure a lungo termine e a breve termine è una sfida che va raggiunta alla scala locale. Infine, integrare le strategie per il clima negli strumenti di pianificazione urbana aiuta a integrare con successo sostenibilità e salute nelle strategie spaziali e sembra un elemento fondamentale per implementare le azioni definite nei piani per il clima.

Gestire l'adattamento e la mitigazione con un approccio integrato risulta un compito locale, che,

attraverso il miglioramento delle capacità, della coordinazione e degli strumenti di pianificazione, permette di ottenere sinergie e di risolvere conflitti.

NOTE

1. La Carta di Bologna per l'ambiente è stata sottoscritta dalle città metropolitane italiane nel 2017, con la presenza del Ministro dell'Ambiente e del Presidente della Regione Emilia-Romagna. Recuperato da: https://www.cittametropolitana.bo.it/portale/Engine/RAServeFile.php/f/comunicati_stampa/carta_di_bologna_per_l_ambiente.pdf
2. Misura n. 40 nella Strategia di Adattamento [22]
3. Le strategie del PUG di Bologna contengono temi di resilienza e ambiente (e.g. retrofitting del patrimonio edilizio esistente, mitigazione dell'isola di calore). Recuperato da: <http://dru.iperbole.bologna.it/categorie-pianificazione/piano-urbanistico-generale-pug>
4. Il PUG classifica l'ambiente urbano in classi di fragilità microclimatica. Le prescrizioni per gli edifici dipendono dalla classe di appartenenza. http://sit.comune.bologna.it/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/172e16de-6d32-43f3-9746-1a713919ba78/Disciplina%20del%20Piano_ADO.pdf
5. Il Regolamento Edilizio di Bologna (art.28) contiene l'indice di benessere microclimatico, che può essere o mantenuto o migliorato. Recuperato da: ibidem
6. Il Regolamento Edilizio di Bologna (art.28) definisce dei requisiti per il raffrescamento estivo. Recuperato da: ibidem
7. Introduzione dell'indice RIE nel Regolamento Edilizio di Reggio Emilia per contenere l'impatto degli edifici in termini di adattamento climatico [24].
8. Aggiornamento del Regolamento del Verde per guidare la scelta della vegetazione in termini di adattamento e mitigazione [24].
9. Padova Resiliente (2016). Disponibile: <https://www.padovanet.it/sites/default/files/attachment/Linee%20guida%20per%20la%20costruzione%20del%20Piano%20di%20Adattamento%20al%20cambiamento%20climatico.pdf>
10. L'introduzione del tema della resilienza nel Piano Territoriale Metropolitan (PTM) di Milano è il risultato della collaborazione di più di 150 attori locali coinvolti in progetti di ricerca internazionali. Più informazioni: https://opencms10.cittametropolitana.mi.it/Life_Metro_Adapt/ptm
11. La figura di Chief Resilient Manager è il coordinatore di 100 Resilient Cities di Milano