POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Spatial clustering-based method for Italian marginal areas toward the sustainable regeneration

Original
Spatial clustering-based method for Italian marginal areas toward the sustainable regeneration / Pignatelli, M., Torabi Moghadam, S., Lombardi, P.. - In: VALORI E VALUTAZIONI. - ISSN 2036-2404. - ELETTRONICO. - How to measure urban sustainability?:32(2023), pp. 77-89. [10.48264/VVSIEV-20233201]

Availability:
This version is available at: 11583/2978948 since: 2023-05-31T08:56:19Z

Publisher:
Societa Italiana di Estimo e Valutazione (SIEV)

Published
DOI:10.48264/VVSIEV-20233201

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

09 October 2026

Spatial clustering-based method for Italian marginal areas toward the sustainable regeneration

Maurizia Pignatelli,*
*Sara Torabi Moghadam**,*
*Patrizia Lombardi****

Key words: **Urban sustainable transition, Villages regeneration, Spatial Decisions Support System (SDSS), Geographic Information Systems**

Abstract

In Italy, there is a clear disparity between cities and villages located in marginal areas. The progressive depopulation of inland areas and the urban polarization represent consolidated dynamics difficult to adapt to the new paradigm of sustainable development. The post-Covid-19 pandemic scenario offers the opportunity to redefine new parameters of intervention and new visions for the regeneration of villages in accord with the new challenges of decentralization and distancing. The project «Renaissance of villages for the revitalization of marginal areas» (2021) aims to create the conditions to repopulate and rebalance shrinking territories by establishing new centres of attractiveness. This project envisages the active involvement of municipalities to implement multi-sectoral analysis and spatial assessment approaches in planning processes. It intends to develop an interactive web dashboard for local authorities and spatial planners to create both a learning environment and a participative spatial decision support system for future local policy actions toward sustainable local development. This study presents the project's preliminary phase which aims to create the general framework of the web dashboard. A reconstruction of the village definition and the spatial selection of villages throughout Italy are presented as innovative aspects since the absence of an agreed definition of the village in the national and international level documents. Moreover, this study provides a quantitative spatial multivariate analysis cluster that analyzes, and groups Italian territories based on socioeconomic dynamics. The result of this analysis allows us to divide the territory into archetypes and to structure a framework that supports the definition of future scenarios for the regeneration of small urban areas considering the diversified needs and potential of the villages belonging to specific archetypes analyzed in the study.

1. INTRODUCTION

Polycentrism is a morphological trait and a settlement organization of spatial systems around the world (Zhu *et al*., 2022). Polycentric regions traditionally are organized into several cities with similar population sizes and comparable economic power; they are interconnected with smaller centres embedded within a dense infrastructure network (Meijers, 2008). Polycentric development has assumed normative relevance in the European Union and has become a strategic pillar of spatial planning and development (Davoudi, 2003). It promotes a spatial balance and an efficient decentralized development framework finely interlinked to spatial needs (Nikolopoulos *et al*., 2018). Therefore, the polycentric organization of territories is considered a fundamental prerequisite to be included in spatial planning and tools to reduce spatial disparities, promoting spatially balanced regional growth, and thus pursuing sustainable urban development (Salvati and De Rosa, 2014). This strategy is complemented by the economic integration of marginal and disadvantaged inner areas, which is essential to ensure greater competitiveness in the European Union (Faludi, 2006).

Research studies state these goals become achievable through specific local interventions, rather than *top-down* policies defined at the European and national levels, which ignore smaller spatial dimensions due to a lack of awareness and low participation at the local level (Rivolin and Faludi, 2005).

Territorial marginality is a challenging topic that characterizes numerous studies, especially in the discipline of human geography (Caselli, 2020). This issue is in the foreground in Italy because of the history and settlement evolution of municipalities and cities. The urban shrinkage of marginal areas is widely debated because it has acquired a strong connotation as a result of the territorial transformation processes and socio-economic dynamics that took place in Italy after World War II (Barca, F., Casavola, P. and Lucatelli, 2014). The increasing urbanization of the 1980s (Ferlaino and Dematteis, 2003) have addressed an inexorable change in the country's morphology, production systems, and consequently, the distribution of resources. During this period, marginal areas and small villages underwent significant changes that still affect their urban dynamics by increasing territorial isolation, also social marginality: depopulation, economic contraction and business closure, progressive reduction of essential services, and growth in territorial management costs (Bertolini and Pagliacci, 2017). As a result, there is a clear disparity between major cities and villages located in marginal areas (OECD, 2020). These differences are largely due to the failure to recognize the specific characteristics of these small urban areas, the specific services they need, identification of opportunities that technology offers them (E. Pastorelli, A. Stocchiero, M. Maslennikov, F. Petrelli, M. Midulla, 2019) and the participatory construction of integrated spatial development policies.

Far from achieving an efficient polycentric system, this territorial framework is characterized by consolidated territorial dynamics difficult to dampen and adapt to the new paradigms of sustainable territorial development (Salvia, Salvati, Quaranta, 2021). However, the pandemic by COVID 19 has moved marginal territories back to the centre of political and academic debates and offered an opportunity to develop territorial projects of regeneration and revitalization. The effects generated by this global crisis and the endogenous local reactions that emerged before the pandemic have produced new interest in low-density places, which have acquired a new sustainable and attractive dimension in recent months. This phenomenon unlocks the idea that it is possible to overcome a crisis and reverse urban trends starting from a spatial project (Barbarossa, 2020). It is also an excellent opportunity to focus attention on the small marginal urban systems from a polycentric perspective (De Rossi, 2018).

Dezio, 2020 argues that traditional planning tools for designing spatial development in these areas are fragmented. Moreover, spatial planners and academics currently use tools that do not dialogue with each other. It is necessary to integrate tools, align global and local goals, give new effectiveness to planning discipline through participatory approaches, and innovate planning tools through a structured cognitive phase that measures and evaluates the territory before planning it (Pignatelli et al., 2023). In the post-pandemic European scenario, the Green Deal and Next Generation EU tools support this vision and promote the definition of local planning tools in which to operationalize the new pillars of sustainable development such as creating an active economy that puts people and the planet first, creating jobs, promoting social inclusion including in decision-making, promoting digitalization, innovation, competitiveness, culture, and sustainable tourism for shrinking villages and territories, and providing adequate infrastructure and services.

At the Italian level, the revitalization of marginal areas has been extensively addressed in the pre-pandemic period by the SNAI (National Strategy for Inner Areas) [1] since 2014, ASVIS (Italian Alliance For Sustainable Development)[2], and Italia Nostra Association with the National Extraordinary Plan for the Restauration, Securing and Reuse of the Historical, Architectural, and Urban

[1] https://politichecoesione.governo.it/it/strategie-tematiche-e-territoriali/strategie-territoriali/strategia-nazionale-aree-interne-snai/ (Accessed: 3 March 2023).

[2] https://asvis.it/public/asvis2/files/Pubblicazioni/Position_Paper_ASviS_2022_MontagnaAreeInterneGoal11.pdf (Accessed: 22 November 2022).

Heritage of Smaller Villages with priority to marginal areas[3].

Currently, the European strategic guidelines have been included in the National Recovery and Resilience Plan (PNRR)[4]. Among the 6 missions of the PNRR are interventions for the regeneration and enhancement of smaller sites: specifically, the villages. The initiatives in favour of the villages are implemented through the 'Piano Nazionale Borghi' (National villages Plan)[5], a program to support the economic and social development of shrinking areas based also on cultural regeneration and the construction of a new type of tourism. A rethinking of Work From Home (WFH) addresses a different fruition of the territories linked to greater flexibility to choose the location of businesses and domicile, thus promoting long-term tourism in which people work and live in these places for several months of the year. This Plan aims to enhance the territorial balances (Adobati and Debernardi, 2022) and to ensure the maintenance and reactivation of the basic service where they are no longer present. Moreover, it aims to provide an equitable provision of information technologies and communication, infrastructure for telework, and physical infrastructure to ensure accessibility to higher-level services. Financial support will be introduced also for cultural, creative, tourist, commercial, agri-food, and craft activities, aimed at revitalizing local economies by enhancing local products, knowledge, and techniques. In this context, the need to promote new planning tools is highlighted with innovative solutions and inter-institutional cooperation on the development front, the reduction of territorial disparities and social inequalities, and turning around virtuous projects involving public and private resources (Klopp J M and Petretta D L, 2017).

Under the PNRR, the project «Renaissance of villages for the revitalization of marginal areas» was created and approved by the EURISPES Observatory[6] to create the conditions to repopulate and rebalance shrinking territories by establishing new centres of attractiveness. The funds targeted for the implementation of the PNRR will guarantee the implementation of the project in both a policy and financial way. This project envisages the active involvement of municipalities and local authorities during the whole process to implement a multi-sectoral analysis of the tangible and intangible values of territories and develop an economic and spatial impact assessment of future scenarios and related implementation measures. In this perspective, it intends to develop an interactive web dashboard to be provided to municipalities, in order to produce both a learning environment and a decision support system for local policy actions towards sustainable participatory local development.

Over the last thirty years, participatory approaches to urban planning have increasingly been reinforced to address the transition toward sustainable development (Brandon, Lombardi, Shen, 2016; Nared and Bole, 2021). Studying the inclusion and participation of actors in policy-making processes is crucial as it investigates the procedure and effectiveness of policies and, on the other hand, evaluates the impact of actors' engagement in decision-making (Diem, 2010; Ingold, 2011).

The literature has developed referring to techniques designed to facilitate communication during the participatory planning processes (Howard and Gaborit, 2007). Indeed, engaging stakeholders in participatory sessions is not trivial, but effective; therefore, co-creating scenarios has become an effective approach to contemporary and innovative planning methods (Eriksson, 2017).

The web dashboard proposed by the project is based mostly on GIS (Geographical Information System) software and functionalities. This tool facilitates the collaboration among central levels of government, communities, and local administrations as an innovative planning approach, concerning best practices and policy solutions oriented by the public and participatory dimension of territorial development. This project is a clear example of how technology can enable the transition and achieve sustainable development goals on a global scale moving from the local scale (Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, 2022).

The challenges faced by this project can be traced back to the Sustainable Development Goal (SDG) 11[7] : "*Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable*"; and some of its targets: 11.3 (i) "*Inclusive and sustainable urbanization*", 11.4 (ii) "*Protect the world's cultural and natural heritage*", 11.b (iii) "*Implement policies for inclusion, resource efficiency, and disaster risk reduction*" by (i) supporting public policies that coordinate global dynamics and local actions, (ii) outlining actions of valorization of natural and cultural heritage in a trans-scalar perspective, through the interaction between stakeholders placed at different scalar levels and in potential conflict, and (iii) focusing on methods of analysis and monitoring of territorial dynamics and on innovative models of territorial governance and policy-making to address the environmental issues.

The project is structured into four main work phases illustrate in **Figure 1**: analysis, application, implementation, and monitoring. Each phase will be implemented in the village archetypes identified in

[3] https://www.italianostra.org/wp-content/uploads/PIANO-BORGHI-DI-ITALIA-NOSTRA.pdf (Accessed: 22 November 2022).

[4] https://www.mef.gov.it/en/focus/documents/PNRR-NEXT-GENERATION-ITALIA_ENG_09022021.pdf (Accessed: 7 March 2023).

[5] https://cultura.gov.it/pnrr-borghi (Accessed: 25 March 2023).

[6] https://eurispes.eu/ (Accessed: 6 March 2023).

[7] https://sdgs.un.org/goals/goal11 (Accessed: 6 March 2023).

phase 0 through three steps: selection, mapping, and clustering. Within the analysis environment, the data collection, the KPIs selection, and the definition of actions and strategies will take place to determine an operating framework for each cluster of villages. For each archetype, data will be collected, and a set of indicators and a package of actions will be assigned according to their characteristics and territorial dynamics. The application environment will be represented by testing the interactive dashboard and by developing participatory scenario-building workshops with different types of stakeholders. In the third implementation environment, the best-designed and selected scenario will be put into action on a selected case study. Then, during the monitoring phase, the stakeholders will again be invited to assess the correct implementation of the strategies and whether they need to be changed as regards new territorial needs.

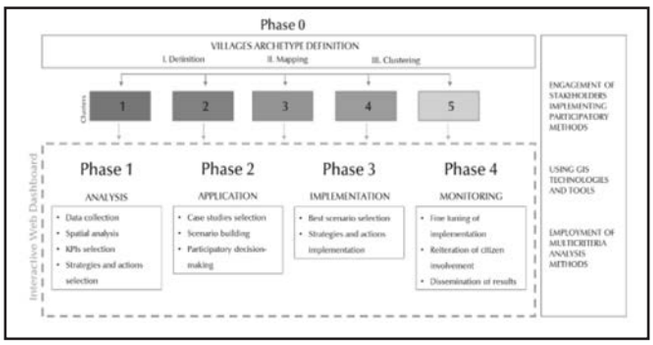


Figure 1 - *Methodological structure of the project.*

The study presented in this paper has twofold objectives belonging to phase 0 of the project. The first objective concerns the mapping of all the Italian villages based on an agreed legal definition of 'village'. GIS tools supported the spatialization of all the Italian villages. The recognition of villages and boroughs emphasizes the importance of spatial analysis in the *ex-ante* cognitive phase that innovates and improves current planning processes toward sustainable transition. The second objective is to perform a cluster analysis of the Italian municipalities in order to group them based on socioeconomic dynamics and common morphological characteristics. Villages have been contextualized in the territorial framework in which they fit through statistical analysis of key variables at the municipal scale that shows the current state of growth or contraction in which each municipality stands. This clustering represents a key element to support the development of public policies that allows them to be consistent with the criticalities and strengths of the territorial contexts and to create a «place-based» public policy approach. The relevant variables have been selected and measured through a spatial quantitative assessment employing the Cluster Multivariate technic integrated with GIS software[8] (Caselli, Ventura and Zazzi, 2020). The results of this analysis identified clusters with specific characteristics which have been named archetypes in this project. For each archetype will be given a set of Key Performance Indicators (KPIs) to assess and monitor the territorial developments implementing a specific package of strategies. Therefore, it represents the propaedeutic phase for the construction of the interactive web dashboard place-based and indicator-based.

Finally, this study constitutes an innovative approach to sustainable planning of marginal areas that offers a quantitative and participatory decision support tool to aid public administration in urban policy decisions. It analyses the territory's socio-economic phenomena (such as depopulation trend or the prosperity of a municipality based on the average income) and maps them; it also defines tools for assessing the sustainability performance of strategies, consequently, it also develops a framework that can be implemented during the monitoring phase.

The paper is structured as follows: Section 2 illustrates the methodology adopted to define the Italian villages archetype consisting of selection, mapping, and clustering. Section 3 reports the first results obtained from village analysis and their territorial endowments. Finally, conclusive remarks are discussed in Section 4 and the next steps of the project are identified.

2. METHODOLOGY

The methodology of the project has been defined to perform a multidisciplinary and multi-objective framework linked to an interactive web dashboard that represents a spatial decision support system addressed to the public administration stakeholders. These actors represent the main figures in the decision-making processes for the planning of the regeneration of the villages. The paper's objective describes the results obtained during Phase 0 of the study, i.e. defining, mapping, and clustering the villages. This phase represents a key moment of the project; in fact, the research framework was defined and the decision support tool for planning the regeneration of villages in Italy was set within. Moreover, this phase emphasized the importance of the cognitive phase in planning processes, which measures and evaluates spatial dynamics to define coherent future scenarios. This study proposes an agreed definition of the village, consistent with international and national scientific and legislative literature. More specifically the paper shows the selection, the mapping of villages, then how the village archetypes have been defined, and which variables have been considered to develop the cluster analysis. The method of phase 0 was

[8] https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/multivariate-clustering.htm (Accessed: 22 November 2022)

developed in three different operational steps using different qualitative and quantitative methodologies (**Table 1**).

Table 1 - *Operational steps used for recognition and analysis of Italian villages archetypes.*

Steps	Methodology	Tools
1. Definition	Literature Review	Meeting Group
2. Mapping	Spatial Analytics	GIS software – ArcGIS Pro, ESRI product, and QGIS
3. Clustering	Statistical Analysis, Spatial Quantitative Analysis, Multivariate Clustering Analysis	GIS software – ArcGIS Pro, ESRI product

As a first step (Definition), the FORMAP[9] research group at the Sapienza University of Rome has supported this study by writing and formalizing a new agreed definition of a village. This research team carried out a reconnaissance of existing sources on the subject and selected normative suitable for identifying possible elements useful for the delimitation of the concept of the village. Therefore, the team analyzed all the relevant sources in accord with this topic; as an example Law *158/2017* for the support and enhancement of small municipalities and the redevelopment and recovery of their historic centres (so-called *Realacci Law*), a legislative intervention established by the Minister of Culture as part of the interregional projects for tourism development. Alongside this primary source that has been a pivotal reference, the National Recovery and Resilience Plan (PNRR) has been analyzed, delving into any specific indications arising from the «Bando Borghi» (intervention 2.1 «Attractiveness of Villages,» mission 1 «Tourism and Culture» of the National Plan for Recovery and Resilience, line A [Pilot Projects for the Cultural, Social, and Economic Regeneration of Villages at Risk of Abandonment and Neglect, financial allocation of 420 million euros] and line B [Local Projects for Cultural and Social Regeneration, financial allocation of 380 million euros]).

Once the final definition was validated, the authors and all project team members set a limited number of parameters to enable consistent transposition of the definition from the legal to the operational level in order to build a methodology to correctly identify and map villages on the Italian territory. The methodology to identify the villages has been implemented in all Italian villages without privileging very small (1.000 inhabitants) or small (5.000 inhabitants) municipalities or the marginality of the settlement (conurbation, rural, peripheral, or ultraperipheral inland areas). This choice made it possible to include in the analysis potential settlement that, regardless of their decay or demographic trends, could equally be considered «villages.» Thus, villages belonging to major municipalities, i.e. settlements that possess the characteristics of a village but are located in suburban or rural areas of medium and large cities, are also included. According to the guidelines reported in the PNRR, Piano Nazionale Borghi section, Line A and B: as regards small and very small municipalities (less than 5.000 and less than 1.000 inhabitants), the village coincides with the main urban centre of the municipal territory, while in all other cases, the village is to be understood as a separate historical core from the urban centre, also in rural areas, so it may not coincide with the urban centre or portions of it. This approach is more extensive and inclusive than the previous ones, and overcomes the generic definition suggested by the *Realacci Law* that would equate the «village» to a «small municipality.»

The results of the research carried out by the Central Institute for Cataloguing and Documentation of the Ministry of Cultural and Environmental Heritage (ICCD)[10] regarding the census of Italian historic centres (*Atlas of Historic Centers*) were also used to improve the selection of the villages. The historical centres catalogued by the ICCD consist of the inhabited localities reported in the first post-unification census of the Italian population in 1881, to which are added the settlements identified in the subsequent census of 1936. They are qualified as historically inhabited centres through a cartographic verification of the consistency of the urban fabric. Therefore, this study was useful to identify which of the selected settlements were included in the recognition of the Italian historic centres - in other terms the settlements that had a historical and cultural value - to be considered a village.

The authors have mapped the Italian villages by selecting polygons of urban settlements from the processed and aggregated Istat census bases data[11] (mapping step). The data georeferencing was carried out on the ArcGIS Pro software by ESRI, which allows us to visualize their spatial distribution and set up the next phases. To develop the cluster analysis (Step 3), the significant variables were identified by bibliographic research that compared methodological approaches coherent with the project topics and clustering models of small and medium settlements. Six key variables were chosen to carry out the spatial quantitative analysis at the municipality scale. A specific data collection was performed for each variable,

[9] https://www.formap.it/ (Accessed: 28 December 2022)

[10] http://iccdold.beniculturali.it/index.php?it/144/elenco-siti-tematici (Accessed: 22 November 2022)

[11] https://www.istat.it/it/popolazione-e-famiglie -data updated: 2011. The 2021 territorial bases, with reference to 1st January 2021, are under processing. Full dissemination of provisional data is planned by the end of 2023. Geographic data will be disseminated in the WGS84 projection system.

the data were analyzed, normalized, and spatialized on the GIS software. The data representation was carried out through the *Natural Breaks* (Jenks) distribution technique[12] (Li and Shan, 2022), the classes are based on natural groupings inherent in the data. Class breaks are created in a way that best groups similar values together and maximize the differences between classes. The features are divided into classes whose boundaries are set where there are relatively big differences in the data values. In conclusion, the definition of Italian village archetypes has been performed which is based on the relevant variables employing a Multivariate Clustering Analysis accomplished with the kernel k-means algorithm on ArcGIS Pro software by ESRI. Clustering is concerned with grouping similar objects and dissimilar to the objects belonging to other clusters. Kernel k-means uses kernels to estimate the distance between objects and clusters. K-means is an exclusive clustering algorithm. The outcome foresees the distribution of the villages mapped in the second step within clusters of municipalities. In this way, it is possible to observe the current spatial dynamics that characterize Italian villages, causing the variables to refer to data updated to the post-pandemic period (2021-2022).

3. RESULTS AND DISCUSSION

As a first step, this paper has pursued the objective of working out a legal definition of "village". The procedure has verified the existence of notions of the village at a European, national, or regional level through a literature review. The FORMAP research team supported the reconnaissance of the regulatory sources and selected the normative documents capable of identifying possible defining elements and parameters useful for delimiting the essential concept of the village. As a result, the definition of village proposed in this study was detached from specific guidelines provided by the international, national, and regional legislature since the intention was to construct a definition as inclusive and extensive as possible. However, it does not disregard the architectural and historical dimensions of a portion of the municipal territory, which characterized the structure of a village. Below is reported the definition of village adopted in this preliminary methodological step: «*Small town that has preserved the identity of its historic morphological structure and the continuity of historic building fabric, as well as a characteristic layout and/or areas of special value*".

Step 2 (mapping) envisaged the implementation of the definition of the village to identify and map all the Italian villages. Following the methodological approach described in section 2, the authors implemented the territorial databases of the Istat census dataset as geodata, i.e spatial data that through polygonal shapes could represent and draw in the GIS environment those parts of urban fabric corresponding to the general description of the village. Specifically, two types of polygons were selected from the databases: TIPOLOC_1[13]: types of locations corresponding to the built-up centre and TIPOLOC_2: types of locations corresponding to the built-up core. This selection made it possible to map spatial elements at a small scale and with a high level of accuracy. As for small and very small municipalities (less than 5.000 and less than 1.000 inhabitants), the census sections considered correspond to the built-up centre (TIPOLOC_1) of the municipality. As for municipalities that are demographically wider (more than 5.000 inhabitants,) the built-up cores were selected (TIPOLOC_2) as villages since they characterize those settlements that are separated from the urban centre, although they belong to the same municipality, and are in peripheral and sometimes pre-rural areas.

Regarding the part of the definition dealing with the continuity of historic building fabric and the recognizability of the settlement structure, the data collected by the ICCD and reported in the *Atlas of Historic Centers* study were used. The ICCD produced a geodatabase, so the final selection of villages was done on ArcGIS Pro software. The *Spatial join* functionality allowed overlay polygons relating to Italian localities with points indicating the location of historic centres identified by ICCD; in this way, localities with a settlement structure of historic value were highlighted. All the settlements without a relevant and recognized historical value were excluded, as they were not consistent with the proposed definition so they could not be defined as villages in the final stage.

The result of the selection and mapping of the villages were presented in **Figure 2** and **Table 2**, which report the distribution over the Italian territory of the 9.539 villages. Table 2 complemented the map by reporting the number of villages by region and the ratio between the three macro-areas of the country (North, South, and Centre). Lombardia, Piemonte, and the northern regions, in general, emerged as the regions with the highest number of villages located, while Puglia was the region with the lowest number, followed by Basilicata. Moreover, in the south-central regions, villages are also shrinking in population and land area.

The outcome is interesting because it shows about 92% of the villages correspond to the historic centre of small and very small municipalities (less than 5.000 inhabitants). This result highlights that the majority of Italian villages are located in small and mostly peripheral municipalities. This justifies the attention focused on marginal areas for

[12] https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm (Accessed: 22 November 2022)

[13] Istat metadata terminology

many years since 2014 with the SNAI initiative; however, this study also tries to focus on those villages located in larger municipalities, close to the main urban poles, never considered before except for their relevant historical and cultural value. Table 2 highlights the lowest population incidence in the regions: Emilia Romagna, Toscana, Lazio, Campania, Puglia, and Sicilia; the villages in these regions are demographically sparsely populated, suggesting either general depopulation dynamics or a stronger polarization of the main urban centres, as in the case of the Lazio region. On the contrary, the greater incidence of village population can be seen in the following regions: Valle d'Aosta, Trentino Alto Adige, Molise, Basilicata, Calabria, and Sardegna. This result explains differently the urban and settlement organization of these regions, which are composed largely of smaller municipalities and localities that are not directly influenced by influent urban poles. This is why the attractiveness of these areas is greater than in other contexts. Other two cases emerge concerning the Piemonte and Lombardia regions, which host the largest number of villages, but also show a high incidence of these in the regional population. These two regions, differently from the previous ones, host two very strong and attractive urban poles and are surrounded by a series of other urban centres that act as a link between the poles and the peripheral areas, especially in terms of services and interchange nodes; however, these regions include a large part of the Alpine arc, where the largest number of villages is located (Table 2) and the percentage

Figure 2 - *Final selection of Italian Villages.*

Table 2 - *Number of Villages per region*

Region	#villages	#VillagesInhabitants	#VillagesInhab/RegionInhab
Abruzzo	451	233.930	18%
Basilicata	116	173.570	30%
Calabria	484	478.855	24%
Campania	510	488.921	8%
Emilia-Romagna	561	209.281	5%
Friuli-Venezia Giulia	350	221.331	18%
Lazio	344	272.256	5%
Liguria	443	177.075	11%
Lombardia	1.567	1.783.568	18%
Marche	334	170.322	11%
Molise	155	118.577	38%
Piemonte	1.586	952.793	22%
Puglia	101	214.405	5%
Sardegna	314	469.695	29%
Sicilia	262	431.310	9%
Toscana	500	161.368	4%
Trentino-Alto Adige/ Südtirol	526	315.080	31%
Umbria	270	92.379	10%
Valle d'Aosta	112	66.645	53%
Veneto	553	490.197	10%
Total	**9.539**		
North	6.198		
Centre	948		
South	2.393		
Typology	**#villages**		
TIPO_LOC 1 (< 5000 ab)	8.851		
TIPO_LOC 2 (> 5000 ab)	688		

Authors elaboration on Istat data source

values show that they are still widely inhabited contrary to expectations.

The third step (Clustering) concerns the definition of the variables and their measurement. The analysis of the socioeconomic and territorial dynamics, using the municipality as the territorial institutional level of reference, was the basis to develop the cluster analysis and grouping of Italian municipalities by common characteristics. This step is crucial for the project: establishing macro sets of villages, so-called archetypes, will make it possible to better target strategies and actions for village regeneration based on their characteristics and needs.

A synthesis of the frameworks and indicators used to

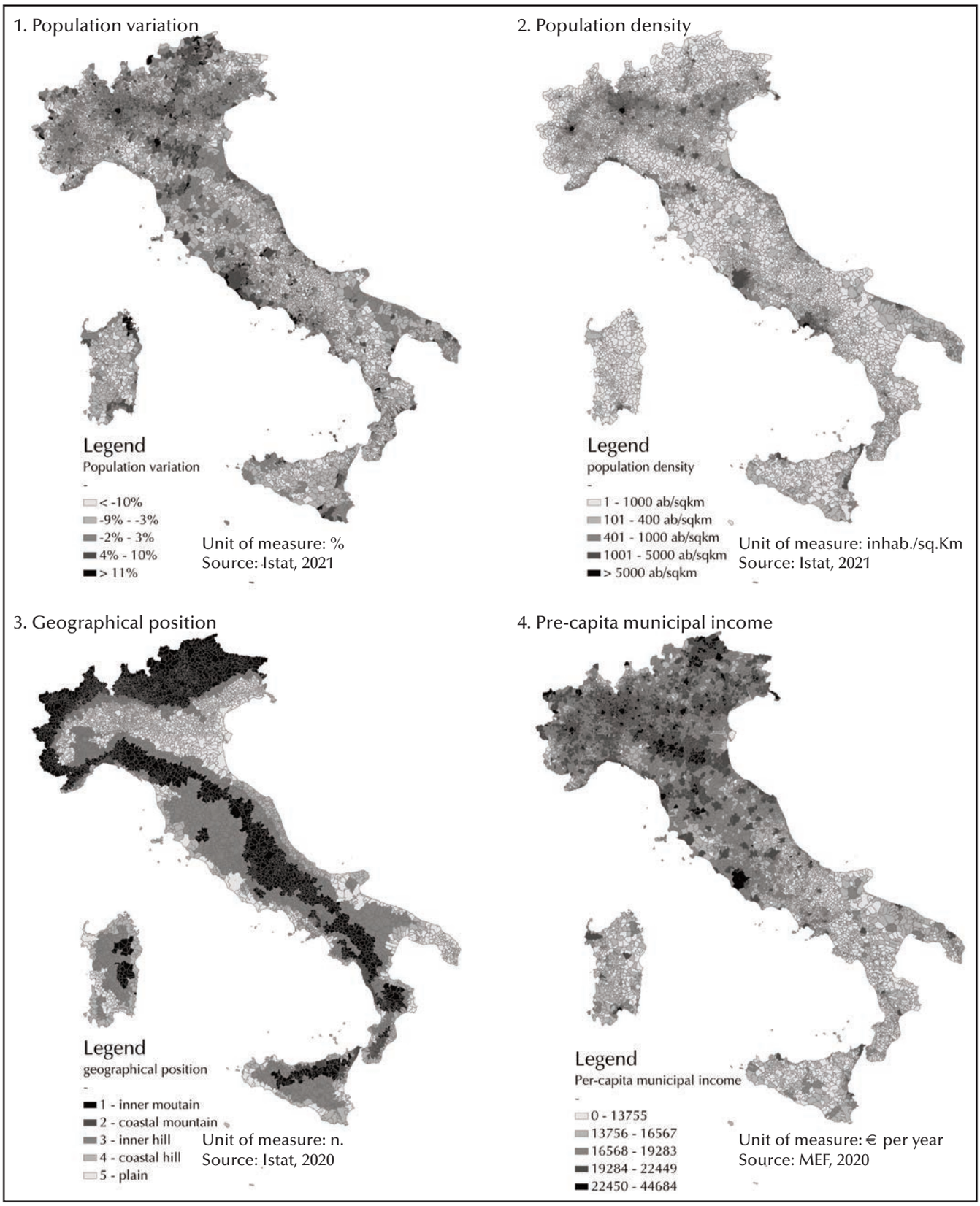
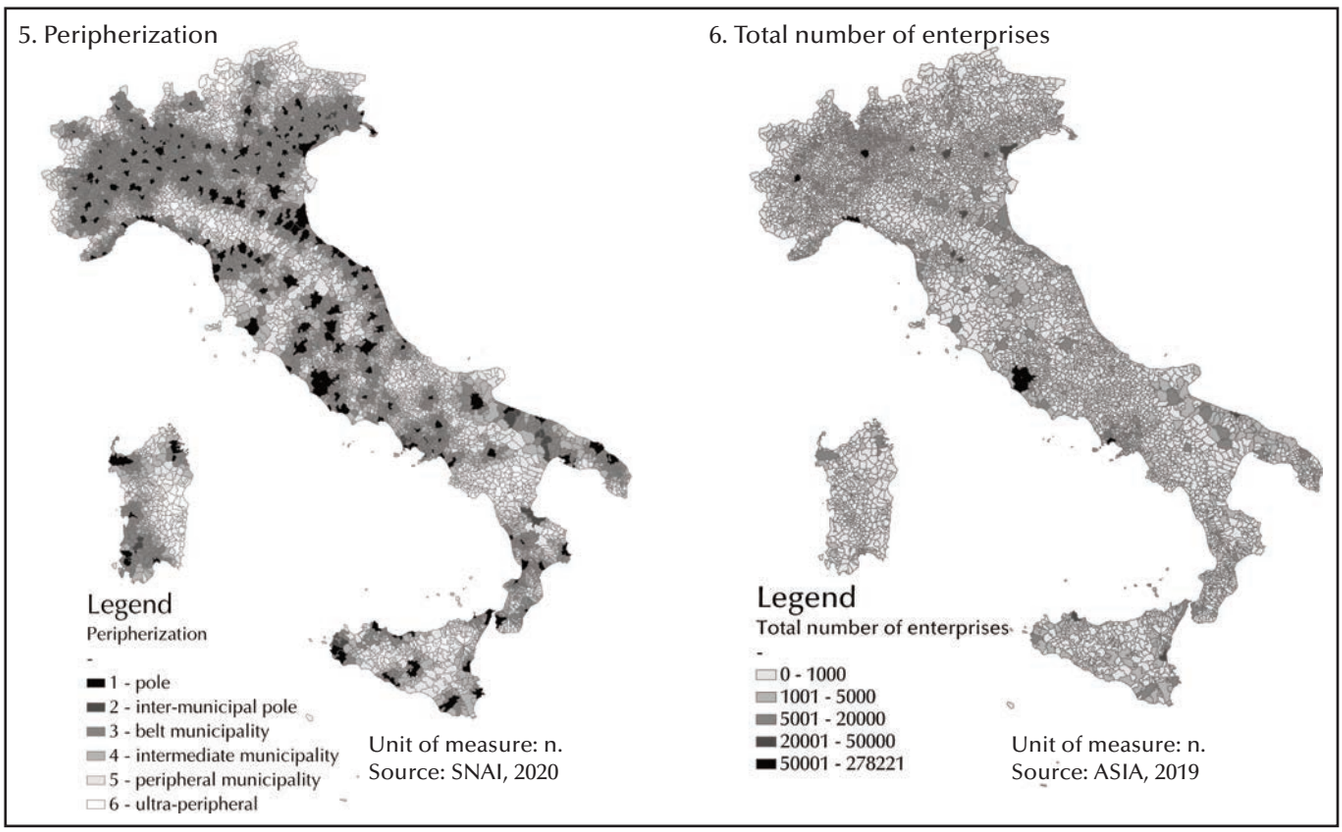


Figure 3 - *Cartographic results of variables measurement.*



***Follow* Figure 3 -** *Cartographic results of variables measurement.*

interpret the long-term shrinking of medium-small towns and villages in different studies analyzed through a literature review enabled the identification of six key variables as follows: (i) Population variation, (ii) Population density, (iii) Geographical position, (iv) Per-capita municipal income, (v) Peripherization; this variable quantify and summarize some of the main peripherization indicators, aimed at explaining the disadvantaged positions of localities (Caselli, Ventura and Zazzi, 2020) and provide a multi-scalar analysis (Bernt, 2016) and, (vi) Total number of enterprises.

All six variables have been assessed and mapped. The first variable 'Population variation' - unit of measure: % - was measured by calculating the percentage variation of the resident population values registered in the municipalities in the years 2011 and 2021 from the ISTAT population census. The purpose of this variable is to show the demographic trend in the selected municipalities including the Covid-19 Pandemic period. As a result, the cartography shows that the most significant depopulation has been in the inland areas of south-centre Italy and the islands, exceeding 10% demographic loss in some municipalities. This trend highlights how the problems of the South need greater attention. The 'population density' (ii) - unit of measure: inhab./sq.km - is one of the most significant variables because it gives a more coherent outline of the population's settlement choices. This variable was calculated by dividing the population of each municipality by the respective municipal area. **Figure 3** shows a generally very low population density, especially in those inland municipalities far from the most important metropolitan centres. Few municipalities in the Po Valley in northern Italy exceed 100 inhabitants/km^2, except for the regional capital cities. The 'Geographical position' (iii) – unit of measure: classes based on the elevation above the sea level - allows us to recognize the geomorphology of the municipalities. ISTAT provides for each municipality the elevation threshold values which identify different elevation zones: inner mountain, coastal mountain, inner hill, coastal inner, and plain. Associating these codes with the geometric features of the municipalities results in most of the sample being a type of 'inner' municipality (Fig. 3). The purpose of considering the 'Per-capita municipal income' as a variable (iv) - unit of measure: € per year - is to observe the level of the economic well-being of the residential population, particularly if compared with the national average. The 2020 income data disseminated by the Ministry of Economy and Finance (MEF) show that in Italy, amid the pandemic, the average taxable income per capita (net of any deductions)

[14] https://www.mef.gov.it (Accessed: 18 October 2022)

is 19,796 €/year[14]. Income data up to 2020 were collected and per-capita income values were calculated for each municipality: taxable income (amount) values were divided by the number of taxpayers. The data statistical distribution shows the highest values in Northern Italy, which gradually decrease towards Southern Italy. The islands and the South Italy regions report values not exceeding €14,000 per year. As regards the 'Peripherization' (v), the authors looked at the analysis developed by the SNAI, first in 2014 and updated in 2020. The peripherization represents a composite indicator that indicates the level of accessibility of municipalities to key services and the main urban centres. The municipalities are classified as follows: 1= pole; 2= inter-municipal pole; 3= belt municipality; 4= intermediate municipality; 5= peripheral municipality; 6= ultra-peripheral municipality. These codes indicate the level of accessibility of municipalities to key services and the main urban centres. The analysis is robust because this type of classification considered the interrelations between the other external municipalities, not only what happens within each municipality. Moreover, it is a synthesis that also considers the type of O/D trips that residents make each day to other urban poles outside their municipality. Current methodologies for mapping shrinking cities hardly consider peripherization indicators. The multi-scalarity of this variable is also important to better understand the «relations between centres and periphery/margins». Figure 3 points out that ultra-peripheral municipalities are present in specific areas of the peninsula, particularly in the North-east on the Apennine chain belonging to the Tuscany region, in a broad area bordering the Calabria region, and in a conspicuous coastal area in the South-east of the Sardinia region. Probably it is poor in services and badly connected to the main urban centres such as Olbia and Cagliari. Finally, the 'Total number of enterprises' (vi) – unit of measure: n. enterprises per municipality - expresses the business performance of all Italian municipalities. This variable is crucial to assess the level of shrinkage of a territory. The total number of enterprise data was taken from the ASIA-enterprises dataset provided by Istat which provides information at the municipal level on the production structure and business demography of a territory. The map related to this variable highlights that the Italian territory is mainly composed of small and medium-sized enterprises, few in number per municipality and evenly distributed throughout the peninsula. The exceptions, i.e., where the number of enterprises is greater than 50.000, are to be found in the provincial capitals and in some cities that are very flourishing in terms of production in the Po Valley.

The spatial analysis preceded a cluster analysis. The outcomes of variable measurement were joined through the ArcGIS Pro by ESRI geoprocessing tool *'union'* in a new shapefile, in which each field corresponded to a variable. The spatial analysis tool *'Multivariate Clustering'* of ArcGIS Pro software processed the shapefile through the clustering method *'K means'* and the initialization

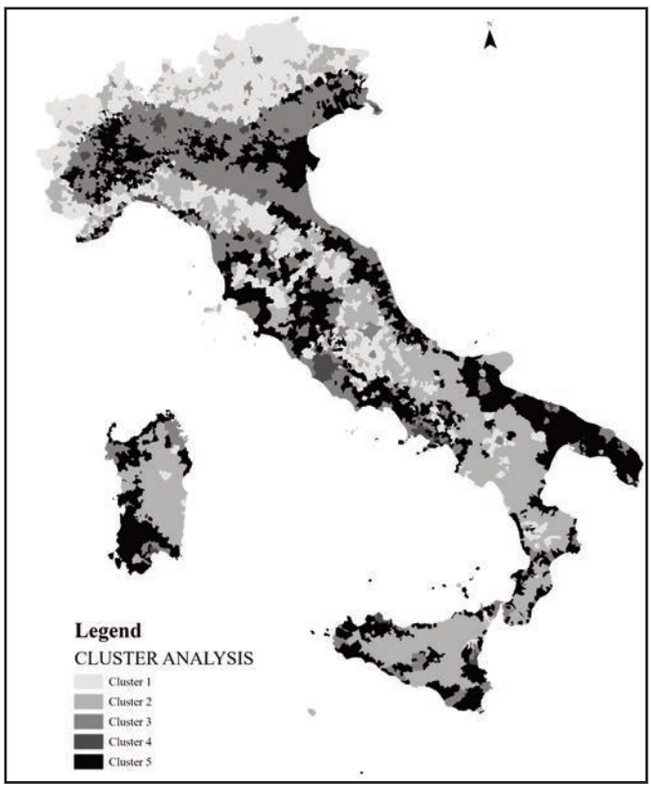


Figure 4 - *Cartographic representation of archetypes.*

method *'Optimized seed locations'*. The k-Means algorithm divided the variables dataset into k (a hyper-parameter) clusters using an iterative optimization strategy. It was not necessary to normalize the data as the GIS algorithm automatically standardizes the data during the process.

The main outcome of this process shows five uniform clusters (**Figure 4**) as the optimal number suggested by the software. It is possible to outline the characteristics of the identified archetypes from the analysis of the cartography and the scatter plot charts that show the statistical distribution of the data for each cluster.

Cluster 1 (*Peripheral mountain municipalities*) groups mostly mountain municipalities encompassing the entire Alpine arc and a large part of the Apennine arc up to central Italy; these municipalities are considered 'peripheral municipalities' or 'ultra-peripheral municipalities' (refer to Figure 3). The demographic context of these municipalities is varied: it is mostly stable with some peaks of significant loss and equally some cases an increase in the population of almost 20%. Population density shows medium-low values (average of 120 inhabitants per square kilometre) according to the geomorphological characteristics of this cluster. The total number of enterprises isn't so high; however, incomes are in line with the national average: as an example, the average municipal value is 18.000€ per year.

The most critical municipalities within the analyzed context, i.e., those that clearly show traces of a strong urban contraction, belong to Cluster 2 (*Peripheral mountain municipalities in significant shrinkage*). These municipalities are mainly located along the Centre and the inland areas of Southern Italy, but even in the peripheral areas of Sicily and Sardinia regions. In Northern regions, these municipalities coincide with the so-called 'ultra-peripheral' territories defined by the SNAI classification. In general, they are all peripheral or intermediate municipalities, where accessibility to services or the main external urban poles is challenging. The data pointed out that these municipalities are characterized by a strong demographic loss (-12% residents in ten years as average value), and by a derisory population density, significantly lower than the values reported in Cluster 1, which has an average of 51 inhabitants per square kilometre. Moreover, incomes are very low, far lower than the national average values, and there are fewer than 100 enterprises per municipality. This result highlights a deep-rooted structural problem in the infrastructural system, in the location of production and the service provision in Southern Italy.

The scatter plot charts on ArcGIS Pro software clearly show that Cluster 3 (*Belt municipalities in growth*) includes municipalities defined as 'inter-municipal poles' or 'belts municipalities' (refer to Figure 3) that are proximal to the major urban poles. These municipalities, located largely in North Italy along the Po Valley, are identified as the most attractive territorial contexts now: the population variation shows a positive trend even after the instability created by the Covid 19 Pandemic; the average per capita incomes are the highest in the national context. In fact, in the territories belonging to this cluster, the connections with the main urban poles are efficient, there is a good number of enterprises and well-off families are located, as income values suggest. These characteristics have favoured a continuous and steady increase in urban sprawl, which is confirmed by the low settlement density values (values quadrupled in Cluster 4). Cluster 4 (*Pole municipalities*) owns the smallest sample of municipalities. It groups the most influential Italian municipalities, which are considered 'poles' because they are regional capitals or economically and/or touristic influent cities (as an example: Rome, Milan, Turin, Genoa, Naples, etc.). Beyond the individual cases, it is possible to observe common dynamics: they are all plain or hilly municipalities, where the population variation is stable or slightly growing, the population density is very high and incomes are medium-high (on average 20.000€ per year), plus the number of enterprises is very high (almost 8 times higher than the neighbouring municipalities belonging to Cluster 3). Finally, Cluster 5 (*Intermediate hill and plain municipalities in slight contraction*) represents the most populous set of municipalities, and it is configured as an intermediate cluster between Clusters number 1 and 2. This cluster includes hill and plain municipalities mainly in Southern Italy and in Sicily and Sardinia islands, but some cases can also be observed along the Po Valley and the plains of Centre Italy. The demographic picture shows a slight negative variation; the density values, economic assets, and enterprise diffusion are low but higher than the data recorded in Clusters 1 and 2.

4. CONCLUSION AND FUTURE DEVELOPMENTS

This study has highlighted some major results from the first step of the «Renaissance of villages for the revitalization of marginal areas» national project which intends to create the conditions to repopulate and rebalance shrinking territories by establishing new centres of attractiveness following the PNRR instrument.

The main key findings presented are three. Firstly, a definition of the village has been drawn up for the first time in the legal and scientific panorama by the research teams' partners of the project. The definition was elaborated as generic and inclusive as possible of all potentially existing types of villages. This step also represented the main challenge of the study.

The second outcome concerns the mapping of villages throughout Italy that correspond to the definition. This step made it possible to define a univocal database that lists all the Italian villages and combines them with essential information such as their names, population values, surface area, number of families, dwellings, and buildings. A set of 9.539 settlements corresponding to the definition was identified as villages and therefore mapped through the GIS software.

The third main result achieved is the development of a spatial assessment of the Italian municipalities, which allowed to group of villages into clusters. This type of spatial analysis enables the definition of a clear profile of the spatial dynamics of Italian municipalities. Moreover, the data collection and processing have determined a strong starting point for the construction of a complete spatial data archive that can be implemented over time by the progressive updating of the data. Five archetypes have been defined through the Multivariate Cluster analysis. The innovation of the proposed method relies on its place-based approach driven using GIS technology.

The use of spatial analysis alongside the statistical analysis of data is fundamental to better addresses future sustainable development policies, particularly from the point of view of this project to recover the villages and marginal areas of Italy.

These archetypes will be used to develop the next phases of the project. For each of the identified archetypes will be given a set of Key Performance Indicators (KPIs) to assess and monitor the territorial developments

implementing a specific package of strategies. Afterwards, a small number of case studies equally related to each of the five archetypes will be selected and the interactive dashboard will be applied and implemented on them. As a result, the methodology proposed with the web dashboard intends to enhance inclusive and sustainable urbanization, engagement of stakeholders in decision-making processes, and promote a tool implementable not only in Italy but also elsewhere.

The main users of this tool are the public administration, which must manage the territorial development processes of the marginal areas examined in this study. This tool aims to aid decision-making processes within small municipalities (Comuni e Unioni di comuni) where it is more difficult to innovate planning processes and make them effective. The dashboard intends to define a planning support tool that, on the one hand, facilitates the local translation of global and national goals, and thus places them correctly in the territorial context of specific case studies; on the other hand, it constitutes a digital dimension that facilitates the engagement of stakeholders, where not possible even remotely, and creates consensus in the construction of territorial strategies.

In conclusion, this study contributes to the achievement of SDG11 as it supports the construction of a new spatial balance between large cities and marginal areas and a sustainable transition. It also provides the tools for public administration to plan and continuously monitor the development of settlements at all territorial levels. Therefore, SDG11 targets (particularly, 11.3,11.4 and 11.b) are implemented by (i) supporting public policies that coordinate global dynamics and local actions, (ii) outlining actions of valorization of natural and cultural heritage in a trans-scalar perspective, through the interaction between stakeholders placed at different scalar levels and in potential conflict, and (iii) focusing on methods of analysis and monitoring of territorial dynamics and on innovative models of territorial governance and policy-making to address the environmental issues.

The future development of this study is related to the construction of the interactive web dashboard. This will require the use of Social Design System Thinking (SDST or multi-scalar systemic design) tools to involve local communities, stakeholders, local authorities, and the local business fabric of the municipalities selected as targets for intervention to promote inclusive and solidarity-based governance of local development policies.

Acknowledgments

The authors of this paper thank the Scientific Committee of the Osservatorio per lo Sviluppo dei Territori and Eurispes for funding the «Renaissance of villages for the revitalization of marginal areas» project and acknowledge the contribution provided by FOR-MAP and all project team members, which has been used as a base for developing this study.

* **Maurizia Pignatelli,** *Politecnico di Torino, Interuniversity Department of Regional and Urban Studies and Planning (DIST)*
e-mail: *maurizia.pignatelli@polito.it*

** **Sara Torabi Moghadam,** *Politecnico di Torino, Interuniversity Department of Regional and Urban Studies and Planning (DIST)*
e-mail: *sara.torabi@polito.it*

*** **Patrizia Lombardi,** *Politecnico di Torino, Interuniversity Department of Regional and Urban Studies and Planning (DIST)*
e-mail: *patrizia.lombardi@polito.it*

Bibliography

Adobati F. and Debernardi A., "The Breath of the Metropolis: Smart Working and New Urban Geographies", *Sustainability (Switzerland)*, 2022, 14(2). doi: 10.3390/ su14021028.

Barbarossa L., "The post pandemic city: Challenges and opportunities for a non-motorized urban environment. An overview of Italian cases', *Sustainability (Switzerland)*, 2020,12(17), pp. 1-19. doi: 10.3390/su12177172.

Barca F., Casavola P. and Lucatelli S., "a Strategy for Inner Areas in Italy : Definition , Objectives ,Tools ang Governance", 2014, (31).

Bernt M., "The Limits of Shrinkage: Conceptual Pitfalls and Alternatives in the Discussion of Urban Population Loss", *International Journal of Urban and Regional Research*, 2016, 40(2), pp. 441-450. doi: 10.1111/1468-2427.12289.

Bertolini P. and Pagliacci F., "Quality of life and territorial imbalances. A focus on italian inner and rural areas", *Bio-based and Applied Economics*, 2017, 6(2), pp. 183-208. doi: 10.13128/BAE-18518.

Brandon P. S., Lombardi P. and Shen G.Q., *Future challenges for sustainable developmentwithin the built environment*. John Wiley & Sons, 2016.

Caselli B., Ventura P. and Zazzi M., "Performance-based spatial monitoring. An interpretative model for long-term shrinking medium-small Italian towns", *Sustainable Cities*

and Society. Elsevier, 53(November 2019), 2020, p. 101924. doi: 10.1016/j.scs.2019.101924.

Davoudi S., "Polycentricity in European spatial planning: From an analytical tool to a normative agenda", *European Planning Studies*, 2003, 11(8), pp. 979-999. doi: 10.1080/0965431032000146169.

Dezio C., "Restart from resources. Rural heritage as antifragile territorial capital", *Valori e Valutazioni*, 2020, No. 24, pp. 209-217.

Eriksson P. E., Leiringer R. and Szentes H., 2017 "The Role of Co-Creation in Enhancing Explorative and Exploitative Learning in Project-Based Settings", *Project Management Journal*, 48(4). doi: 10.1177/875697281704800403.

Faludi A., 2006, "Shaping the Agenda", (January 2006), pp. 143-145.

Ferlaino F. and Dematteis G., "Il Mondo E I Luoghi: Geografie Delle Identità E Del Cambiamento", 2003.

Howard T.L.J. and Gaborit N., "Using Virtual Environment Technology to Improve Public Participation in Urban Planning Process", *Journal of Urban Planning and Development*, 2007, 133(4), pp. 233-241. doi: 10.1061/(asce)0733-9488(2007)133:4(233).

Ingold K.,"How involved are they really? A comparative network analysis of the institutional drivers of local actor inclusion", *Land Use Policy*. Elsevier Ltd, 2014, 39, pp. 376-387. doi: 10.1016/j.landusepol.2014.01.013.

Klopp J.M. and Petretta D.L., "The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities", *Cities*, 2017, 63, pp. 92-97. doi: 10.1016/j.cities.2016.12.019.

Li S. and Shan J., "Adaptive Geometric Interval Classifier", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2022, 11(8). doi: 10.3390/ijgi11080430.

Meijers E.,"Measuring polycentricity and its promises", *European Planning Studies*, 2008, 16(9), pp. 1313-1323. doi: 10.1080/09654310802401805.

Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, "Agenda urbana", 2022, pp. 1-272. Available at: https://it.wikipedia.org/wiki/Ministero_delle_infrastrutture_e_della_mobilità_sostenibili.

Nared J. and Bole D., *Participatory research and planning in practice*, *Urban Research & Practice,* 2021. doi: 10.1080/17535069.2020.1868249.

Nikolopoulos E.I. et al., "Evaluation of predictive models for post-fire debris flow occurrence in the western United States", *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2018, 18(9), pp. 2331–2343. doi: 10.5194/nhess-18-2331-2018.

OECD, "The territorial impact of COVID-19 : Managing The Crisis Across Levels of Government", *Organization fo Economic Cooperation and Development*, (April), 2020, pp. 2-44. Available at: https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/the-territorial-impact-of-covid-19-managing-the-crisis-across-levels-of-government-d3e314e1/.

Pastorelli E., Stocchiero A. (Engim/Focsiv for GCAP Italia). Maslennikov M., Petrelli F. (Oxfam/ GCAP Italia), Midulla M. (WWF/GCAP Italia), M.M. and V.C.D. (Lagambiente/GCAP), 2019, *Inequalities in Italy*.

Pignatelli M. et al., "Spatial decision support system for low-carbon sustainable cities development: An interactive storytelling dashboard for the city of Turin", *Sustainable Cities and Society*. Elsevier Ltd, 89(October 2022), 2023. doi: 10.1016/j.scs.2022.104310.

Rivolin U.J. and Faludi A., "The hidden face of European spatial planning: Innovations in governance", *European Planning Studies*, 2005, 13(2), pp. 195-215. doi: 10.1080/0965431042000321785.

De Rossi A. a cura di, *Riabitare l'"italia – le aree interne tra abbandoni e riconquiste*. Progetti Donzelli, 2018.

Salvati L. and De Rosa S.,"Hidden Polycentrism" or "Subtle Dispersion"? Urban growth and long-term sub-centre dynamics in three Mediterranean cities", *Land Use Policy*. Elsevier Ltd, 2014, 39, pp. 233-243. doi: 10.1016/j.landusepol.2014.02.012.

Salvia R., Salvati L. and Quaranta G., "Beyond the transition: Long-term population trends in a disadvantaged region of southern europe, 1861-2017", *Sustainability (Switzerland)*, 2021, 13(12). doi: 10.3390/su13126636.

Zhu D. et al.,"Influence Mechanism of Polycentric Spatial Structure on Urban Land Use Efficiency: A Moderated Mediation Model", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(24). doi: 10.3390/ijerph192416478.

Verso la rigenerazione urbana sostenibile. Applicazione di un metodo di clusterizzazione spaziale per le aree marginali italiane

*Maurizia Pignatelli**,
*Sara Torabi Moghadam***,
*Patrizia Lombardi****

Parole chiave: **Urban sustainable transition, Villages regeneration, Spatial Decisions Support System (SDSS), Geographic Information Systems**

Abstract

In Italia esiste una netta disparità tra città e borghi situati in aree marginali. Il progressivo spopolamento delle aree interne e la polarizzazione urbana rappresentano dinamiche consolidate poco affini ai paradigmi dello sviluppo sostenibile. Lo scenario post pandemico offre oggi l'opportunità di ridefinire nuovi parametri di intervento e nuove visioni per la rigenerazione dei borghi in accordo con le sfide imposte dal decentramento e dal distanziamento fisico. Il progetto «Rinascimento dei borghi per la rivitalizzazione delle aree marginali» (2021) mira a creare le condizioni per ripopolare e rigenerare i territori in contrazione. L'efficacia del progetto si fonda sul coinvolgimento attivo dei comuni nei processi di pianificazione e sull'integrazione in essi di analisi multisettoriali sperimentando *un approccio basato sulla valutazione territoriale. Nell'ambito del progetto s'intende sviluppare un cruscotto web interattivo indirizzato alla pubblica amministrazione e ai pianificatori territoriali, al fine di creare* un *sistema partecipativo di supporto alle decisioni spaziali* propedeutico allo sviluppo di scenari di *sviluppo locale sostenibile. Questo studio presenta la fase preliminare del progetto in cui viene predisposta la struttura generale del cruscotto web. La ricerca* e la *ricostruzione della definizione di borgo*, seguita dal*la selezione spaziale dei borghi in tutta Italia, sono presentati come aspetti innovativi data l'attuale assenza di una definizione* a livello nazionale e internazionale. *Inoltre, questo studio fornisce un'analisi spaziale quantitativa multivariata che analizza e riunisce in cluster i territori italiani in base alle dinamiche socioeconomiche. Il risultato di questa analisi permette di suddividere il territorio in archetipi e di strutturare un quadro di riferimento che supporti la definizione di scenari futuri per la rigenerazione delle piccole aree urbane, considerando le esigenze e le potenzialità diversificate di ogni singolo borgo.*

1. INTRODUZIONE

Il policentrismo è un tratto morfologico e una tipologia di organizzazione insediativa dei sistemi spaziali in tutto il mondo (Zhu *et al*., 2022). Le regioni policentriche tradizionalmente sono organizzate in diverse città con dimensioni demografiche simili e con un potere economico comparabile; sono interconnesse con centri più piccoli incorporati in una densa rete infrastrutturale (Meijers, 2008). Lo sviluppo policentrico ha assunto una rilevanza normativa nell'Unione Europea ed è diventato un pilastro strategico della pianificazione e dello sviluppo territoriale (Davoudi, 2003). Questo promuove un equilibrio spaziale e un efficiente quadro di sviluppo decentralizzato finemente interconnesso con le esigenze dei territori (Nikolopoulos *et al*., 2018). Pertanto, l'organizzazione policentrica dei territori è considerata un prerequisito fondamentale da includere negli obiettivi di pianificazione territoriale per ridurre le disparità spaziali e promuovere una crescita regionale equilibrata dal punto di vista spaziale, perseguendo quindi uno sviluppo urbano sostenibile (Salvati e De Rosa, 2014). Questa visione necessariamente deve essere affiancata da una strategia di rivitalizzazione economica delle aree interne marginali e svantaggiate, la quale è essenziale per garantire una maggiore competitività nell'Unione Europea (Faludi, 2006). Diversi studi affermano che il raggiungimento di questi obiettivi dipende dallo sviluppo di specifici interventi locali, anziché da politiche top-down definite a livello europeo o nazionale, le quali ignorano le dinamiche delle realtà più piccole a causa della mancanza di consapevolezza e della scarsa partecipazione, o comunicazione, a livello locale (Rivolin e Faludi, 2005). La marginalità territoriale è un argomento impegnativo che caratterizza numerosi studi, in particolare nella disciplina della geografia umana (Caselli, 2020). In Italia questo problema è in primo piano a causa e dell'evoluzione insediativa dei comuni e delle città. La contrazione urbana delle aree marginali è ampiamente dibattuta perché ha acquisito una forte connotazione a seguito dei processi di trasformazione territoriale e delle dinamiche socio-economiche che hanno avuto luogo in Italia dopo la Seconda Guerra Mondiale (Barca, F., Casavola, P. e Lucatelli, 2014). La crescente urbanizzazione degli anni '80 (Ferlaino e Dematteis, 2003) ha innescato un cambiamento progressivo nella morfologia del paese, nei sistemi produttivi e, di conseguenza, anche nella distribuzione delle risorse. Durante questo periodo le aree marginali e i piccoli borghi hanno subito significativi cambiamenti che ancora influenzano le loro dinamiche urbane, contribuendo ad aumentare l'isolamento territoriale, nonchè la marginalità sociale: lo spopolamento, la contrazione economica e chiusura di attività commerciali, la progressiva riduzione dei servizi essenziali e l'aumento dei costi di gestione del territorio (Bertolini e Pagliacci, 2017). Infatti, ad oggi esiste una chiara disparità tra le grandi città e i borghi situati in aree marginali (OECD, 2020). Queste differenze sono in gran parte dovute alla mancata comprensione delle specifiche caratteristiche di queste piccole aree urbane, dei servizi specifici di cui hanno bisogno, dell'individuazione delle opportunità che la tecnologia offre loro (E. Pastorelli, A. Stocchiero, M. Maslennikov, F. Petrelli, M. Midulla, 2019) e della costruzione partecipativa di politiche integrate di sviluppo territoriale. Il quadro territoriale presentato è caratterizzato da dinamiche territoriali consolidate difficili da modificare e adattare ai nuovi paradigmi di sviluppo territoriale sostenibile (Salvia, Salvati, Quaranta, 2021). Tuttavia, la pandemia da COVID-19 ha riportato i territori marginali al centro del dibattito politico e accademico e ha offerto l'opportunità di sviluppare progetti territoriali di rigenerazione e rivitalizzazione urbana. Gli effetti generati da questa crisi globale e le reazioni locali endogene emerse prima della pandemia hanno prodotto un nuovo interesse per questi luoghi, i quali sono tornati ad essere maggiormente attrattivi negli ultimi anni. Questo fenomeno conferma che è possibile superare la crisi dovuta alla contrazione urbana, invertendo la tendenza a partire da un progetto spaziale (Barbarossa, 2020); inoltre costituisce un'ottima opportunità per concentrare l'attenzione sui piccoli sistemi urbani marginali da una prospettiva policentrica (De Rossi, 2018).

Dezio, 2020 sostiene che gli strumenti di pianificazione tradizionali per la progettazione spaziale in queste aree sono frammentati e non dialogano tra loro; perciò risulta necessario integrare tali strumenti e allineare gli obiettivi globali e locali, conferendo nuova efficacia alla disciplina della pianificazione attraverso approcci partecipativi e innovando gli strumenti di pianificazione attraverso una fase cognitiva strutturata che misura e valuta il territorio prima di pianificarlo (Pignatelli *et al*., 2023).

Nello scenario europeo post-pandemico, gli strumenti come il Green Deal e il Next Generation EU sostengono questa visione e promuovono la definizione di strumenti di pianificazione locale in cui rendere operativi i nuovi pilastri dello sviluppo sostenibile, come la creazione di un'economia attiva che metta al primo posto le persone e il pianeta, la creazione di posti di lavoro, la promozione dell'inclusione sociale anche nel processo decisionale, la promozione della digitalizzazione, dell'innovazione, della competitività, della cultura e del turismo sostenibile per i borghi e i territori in contrazione, e la fornitura di infrastrutture e servizi adeguati.

A livello italiano, la rivitalizzazione delle aree marginali è stata ampiamente affrontata nel periodo pre-pandemico dalla SNAI (Strategia Nazionale Aree Interne)[1] dal 2014, dall'ASVIS (Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile)[2], e dall'Associazione Italia Nostra con il Piano Straordinario Nazionale per il Restauro, la Messa in Sicurezza e il Riuso

[1] https://politichecoesione.governo.it/it/strategie-tematiche-e-territoriali/strategie-territoriali/strategia-nazionale-aree-interne-snai/ (Accesso: 3 marzo 2023).

[2] https://asvis.it/public/asvis2/files/Pubblicazioni/Position_ Paper_ASviS_2022_MontagnaAreeInterneGoal11.pdf (Accesso: 22 novembre 2022).

del Patrimonio Storico, Architettonico e Urbano dei Piccoli Borghi con priorità alle aree marginali[3]. Attualmente, le linee guida strategiche europee sono state inserite nel Piano Nazionale di Recupero e Resilienza (PNRR)[4]. Tra le 6 missioni del PNRR vi sono interventi per la rigenerazione e la valorizzazione dei siti minori: nello specifico, i borghi. Le iniziative a favore dei borghi sono attuate attraverso il «Piano Nazionale Borghi»[5], un programma di sostegno allo sviluppo economico e sociale delle aree in contrazione basato anche sulla rigenerazione culturale e sulla costruzione di un nuovo tipo di turismo. Un ripensamento dello smart working si rivolge a una diversa fruizione dei territori legata a una maggiore flessibilità nella scelta della sede delle imprese e del domicilio, promuovendo così un turismo di lungo periodo in cui le persone lavorano e vivono in questi luoghi per diversi mesi all'anno. Questo Piano mira a valorizzare gli equilibri territoriali (Adobati e Debernardi, 2022) e di garantire il mantenimento e la riattivazione dei servizi di base laddove non sono più presenti. Inoltre, mira a fornire un'equa dotazione di tecnologie dell'informazione e della comunicazione, infrastrutture per il telelavoro e infrastrutture fisiche per garantire l'accessibilità ai servizi di livello superiore. Verrà introdotto un sostegno finanziario anche per le attività culturali, creative, turistiche, commerciali, agroalimentari e artigianali, finalizzato a rivitalizzare le economie locali valorizzando i prodotti, le conoscenze e le tecniche locali. In questo contesto, si evidenzia la necessità di promuovere nuovi strumenti di pianificazione con soluzioni innovative e di cooperazione interistituzionale sul fronte dello sviluppo, della riduzione delle disparità territoriali e delle disuguaglianze sociali, e della rotazione di progetti virtuosi che coinvolgano risorse pubbliche e private (Klopp e Petretta, 2017).

Nell'ambito del PNRR, il progetto «Rinascimento dei borghi per la rivitalizzazione delle aree marginali» è stato creato e approvato dall'Osservatorio EURISPES[6] per creare le condizioni per ripopolare e riequilibrare i territori in contrazione attraverso la creazione di nuovi centri di attrazione. I fondi destinati all'attuazione del PNRR garantiranno la realizzazione del progetto sia dal punto di vista politico che finanziario. Il progetto prevede il coinvolgimento attivo dei Comuni e delle autorità locali durante l'intero processo per realizzare un'analisi multisettoriale dei valori materiali e immateriali dei territori e sviluppare una valutazione dell'impatto economico e spaziale degli scenari futuri e delle relative misure di attuazione. In questa prospettiva, si intende sviluppare un cruscotto web interattivo da fornire ai Comuni, al fine di produrre sia un ambiente di apprendimento che un sistema di supporto decisionale per le azioni di politica locale verso uno sviluppo locale partecipativo sostenibile. Negli ultimi trent'anni, gli approcci partecipativi alla pianificazione urbana sono stati rafforzati per affrontare la transizione verso uno sviluppo sostenibile (Brandon, Lombardi e Shen, 2016; Nared e Bole, 2021). Lo studio dell'inclusione e della partecipazione degli attori nei processi decisionali è fondamentale, in quanto consente di indagare la procedura e l'efficacia delle politiche e, d'altro canto, di valutare l'impatto dell'impegno degli attori nel processo decisionale (Ingold, 2014). La letteratura fa riferimento a tecniche per facilitare la comunicazione durante i processi di pianificazione partecipata e far emergere possibili conflitti (Howard e Gaborit, 2007). Infatti, coinvolgere gli stakeholder in sessioni partecipative non è banale, ma efficace; pertanto, la co-creazione di scenari è diventata un approccio efficace ai metodi di pianificazione contemporanei e innovativi (Eriksson, 2017).

Il cruscotto web proposto dal progetto si basa principalmente su software e funzionalità GIS (Geographical Information System). Questo strumento facilita la collaborazione tra i livelli centrali di governo, le comunità e le amministrazioni locali, come approccio innovativo alla pianificazione, alle migliori pratiche e alle soluzioni politiche orientate alla dimensione pubblica e partecipativa dello sviluppo territoriale. Questo progetto è un chiaro esempio di come la tecnologia possa consentire la transizione e il raggiungimento di obiettivi di sviluppo sostenibile su scala globale, partendo dalla scala locale (Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, 2022). Le sfide affrontate da questo progetto possono essere ricondotte all'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile (SDG) 11[7]: «*Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili*»; e ad alcuni dei suoi obiettivi: 11.3 (i) «*Urbanizzazione inclusiva e sostenibile*», 11.4.

(ii) «*Salvaguardare il patrimonio culturale e naturale del mondo*», 11.b (iii) «*Attuare politiche per l'inclusione, l'efficienza delle risorse e la riduzione del rischio di cata-*

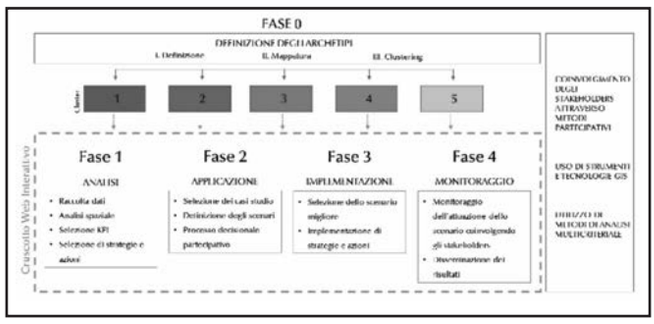


Figura 1 - *Struttura metodologica del progetto.*

[3] https://www.italianostra.org/wp-content/uploads/PIANO-BORGHI-DI-ITALIA-NOSTRA.pdf (Accesso: 22 novembre 2022).

[4] https://www.mef.gov.it/en/focus/documents/PNRR-NEXT-GENERATION-ITALIA_ENG_09022021.pdf (Accesso: 7 marzo 2023).

[5] https://cultura.gov.it/pnrr-borghi (Accesso: 25 marzo 2023).

[6] https://eurispes.eu/ (Accesso: 6 marzo 2023).

[7] https://sdgs.un.org/goals/goal11 (Accesso: 6 marzo 2023).

strofi», (i) sostenendo politiche pubbliche che coordinino le dinamiche globali e le azioni locali, (ii) delineando azioni di valorizzazione del patrimonio naturale e culturale in una prospettiva trans-scalare, attraverso l'interazione tra stakeholder collocati a livelli scalari diversi e in potenziale conflitto, e (iii) concentrandosi su metodi di analisi e monitoraggio delle dinamiche territoriali e su modelli innovativi di governance territoriale e di policy-making per affrontare le questioni ambientali.

Il progetto è strutturato in quattro fasi di lavoro principali, illustrate nella **Figura 1**: analisi, applicazione, implementazione e monitoraggio. Ogni fase sarà implementata negli archetipi di borgo identificati nella Fase 0 attraverso tre passaggi: selezione, mappatura e clustering. All'interno dell'ambiente di analisi, la raccolta dei dati, la selezione dei KPI e la definizione di azioni e strategie avranno luogo per determinare un quadro operativo per ogni cluster. Per ogni archetipo si raccoglieranno i dati e si assegnerà un set di indicatori chiave di performance (KPI) e un pacchetto di azioni in base alle caratteristiche e alle dinamiche territoriali. L'ambiente di applicazione sarà rappresentato dalla sperimentazione del cruscotto interattivo e dallo sviluppo di workshop di costruzione di scenari partecipativi con diversi tipi di stakeholder. Nel terzo ambiente di implementazione, lo scenario meglio progettato e selezionato sarà messo in azione su un caso di studio selezionato. In seguito, durante la fase di monitoraggio, gli stakeholder saranno nuovamente invitati a valutare la corretta implementazione delle strategie e l'eventuale necessità di modificarle in base alle nuove esigenze territoriali.

Lo studio presentato in questo documento ha due obiettivi che appartengono alla fase 0 del progetto. Il primo obiettivo riguarda la mappatura di tutti i borghi italiani sulla base di una definizione giuridica concordata di «borgo». Gli strumenti GIS hanno supportato la spazializzazione di tutti i borghi italiani. Il riconoscimento dei borghi sottolinea l'importanza dell'analisi spaziale nella fase conoscitiva ex-ante che innova e migliora gli attuali processi di pianificazione verso una transizione sostenibile. Il secondo obiettivo è quello di effettuare una cluster analisi dei comuni italiani per riunirli in base alle dinamiche socioeconomiche e alle caratteristiche morfologiche comuni. I borghi sono stati contestualizzati nel quadro territoriale in cui si inseriscono attraverso un'analisi statistica delle variabili chiave a scala comunale che mostra l'attuale stato di crescita o contrazione in cui si trova ogni comune. Questo passaggio rappresenta un elemento chiave per supportare lo sviluppo di politiche pubbliche che consentano di essere coerenti con le criticità e i punti di forza dei contesti territoriali e di creare un approccio di politica pubblica «place-based». Le variabili sono state selezionate e misurate attraverso una valutazione quantitativa spaziale utilizzando la tecnica Cluster Multivariate integrata con il software GIS[8] (Caselli, Ventura e Zazzi, 2020). I risultati di questa analisi hanno identificato cluster con caratteristiche specifiche che sono stati denominati archetipi in questo progetto. Per ogni archetipo saranno indicati una serie di KPI per valutare e monitorare gli sviluppi territoriali attuando uno specifico pacchetto di strategie. Questa fase rappresenta, quindi, un momento necessario propedeutico alla costruzione del cruscotto web interattivo che sia "place-based" e "indicator-based". Infine, questo studio costituisce un approccio innovativo alla pianificazione sostenibile delle aree marginali che offre uno strumento di supporto decisionale quantitativo e partecipativo per aiutare le amministrazioni pubbliche nelle decisioni di politica urbana. Analizza i fenomeni socio-economici del territorio (come la tendenza allo spopolamento o la prosperità di un comune in base al reddito medio) e li mappa; definisce inoltre strumenti per valutare la performance di sostenibilità delle strategie, sviluppando di conseguenza un quadrodi riferimento che può essere implementato durante la fase di monitoraggio. Il documento è strutturato come segue: La sezione 2 illustra la metodologia adottata per definire la selezione, mappatura e clusterizzazione dei comuni italiani. La Sezione 3 riporta i primi risultati ottenuti dall'analisi dei borghi e delle loro dotazioni territoriali. Infine, nella Sezione 4 si discutono le osservazioni conclusive e si individuano le successive fasi del progetto.

2. METODOLOGIA

La metodologia del progetto è stata definita per realizzare un quadro multidisciplinare e multi obiettivo collegato a un cruscotto web interattivo che rappresenta un sistema di supporto decisionale spaziale rivolto agli stakeholder della pubblica amministrazione. Questi attori rappresentano le figure principali nei processi decisionali per la pianificazione della rigenerazione dei borghi. L'obiettivo del documento descrive i risultati ottenuti durante la fase 0 dello studio, ovvero la definizione, la mappatura e la clusterizzazione dei borghi. Questa fase rappresenta un momento chiave del progetto; infatti, è stato definito il quadro di ricerca e impostato lo strumento di supporto alle decisioni per la pianificazione della rigenerazione dei borghi in Italia. Inoltre, questa fase ha sottolineato l'importanza della fase cognitiva nei processi di pianificazione, che misura e valuta le dinamiche spaziali per definire scenari futuri coerenti. Questo studio propone una definizione condivisa di borgo, coerente con la letteratura scientifica e legislativa internazionale e nazionale. In particolare, il documento illustra la selezione e la mappatura dei borghi, quindi come sono stati definiti gli archetipi e quali variabili sono state considerate per sviluppare l'analisi dei cluster. Il metodo della fase 0 è stato sviluppato in tre diverse fasi operative utilizzando diverse metodologie qualitative e quantitative (**Tabella 1**).

[8] https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/multivariate-clustering.htm (Accesso: 22 novembre 2022)

Tabella 1 - *Fasi operative per il riconoscimento e l'analisi degli archetipi di borgo in Italia*

Fasi	Metodologia	Strumenti
1. Definizione	Rassegna della letteratura	Meeting Group
2. Mappatura	Analisi spaziale	ArcGIS Pro, ESRI product, e QGIS open source
3. Clustering	Analisi statistica, Analisi spaziale quantitativa, Analisi cluster multivariata	ArcGIS Pro, ESRI product

Come primo passo (Definizione), il gruppo di ricerca FORMAP[9] dell'Università Sapienza di Roma ha supportato questo studio scrivendo e formalizzando una nuova definizione condivisa di borgo. Questo team ha effettuato una ricognizione delle fonti esistenti sull'argomento e ha selezionato le normative adatte a individuare possibili elementi utili alla delimitazione del concetto di borgo. Pertanto, sono state analizzate tutte le fonti rilevanti in accordo con questo tema; ad esempio, la Legge 158/2017 per il sostegno e la valorizzazione dei piccoli comuni e la riqualificazione e il recupero dei loro centri storici (cosiddetta Legge Realacci), un intervento legislativo stabilito dal Ministro dei Beni Culturali nell'ambito dei progetti interregionali di sviluppo turistico. Accanto a questa fonte primaria che ha costituito un riferimento cardine, è stato analizzato il Piano Nazionale di Recupero e Resilienza (PNRR), approfondendo le eventuali indicazioni specifiche derivanti dal «Bando Borghi» (intervento 2.1 «Attrattività dei borghi»), missione 1 «Turismo e cultura» del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, linea A [Progetti pilota per la rigenerazione culturale, sociale ed economica dei borghi a rischio di abbandono e incuria, dotazione finanziaria di 420 milioni di euro] e linea B [Progetti locali di rigenerazione culturale e sociale, dotazione finanziaria di 380 milioni di euro]). Una volta validata la definizione finale, gli autori e tutti i membri del gruppo del progetto hanno fissato un numero limitato di parametri per consentire una trasposizione coerente della definizione dal livello legale a quello operativo, al fine di costruire una metodologia per identificare e mappare correttamente i borghi sul territorio italiano. La metodologia di identificazione dei borghi è stata implementata in tutti i paesi italiani senza privilegiare i comuni molto piccoli (1.000 abitanti) o piccoli (5.000 abitanti) o la marginalità dell'insediamento (conurbazione, aree interne rurali, periferiche o ultraperiferiche). Questa scelta ha permesso di includere nell'analisi potenziali insediamenti che, a prescindere dal loro degrado o dalle tendenze demografiche, potevano essere ugualmente considerati borghi. Sono stati quindi inclusi anche i borghi appartenenti ai grandi comuni, cioè gli insediamenti che possiedono le caratteristiche di un borgo ma sono situati in aree suburbane o rurali di città medie e grandi. Secondo le linee guida riportate nel PNRR, sezione Piano Nazionale Borghi, Linea A e B: per quanto riguarda i comuni piccoli e piccolissimi (meno di 5.000 e meno di 1.000 abitanti), il borgo coincide con il centro urbano principale del territorio comunale, mentre in tutti gli altri casi il borgo è da intendersi come nucleo storico separato dal centro urbano, anche in aree rurali; quindi, può non coincidere con il centro urbano o porzioni di esso. Questo approccio è più ampio e inclusivo dei precedenti, e supera la definizione generica suggerita dalla Legge Realacci che equipararebbe il «borgo" a un «piccolo comune". Per migliorare la selezione dei borghi sono stati utilizzati anche i risultati della ricerca condotta dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione del Ministero per i Beni Culturali e Ambientali (ICCD)[10] relativa al censimento dei centri storici italiani (Atlante dei Centri Storici). I centri storici catalogati dall'ICCD sono costituiti dalle località abitate riportate nel primo censimento post-unitario della popolazione italiana del 1881, a cui si aggiungono gli insediamenti individuati nel successivo censimento del 1936. Essi sono qualificati come centri storicamente abitati attraverso una verifica cartografica della consistenza del tessuto urbano. Questo studio è stato quindi utile per individuare quali degli insediamenti selezionati rientrassero nel riconoscimento dei centri storici italiani – in altre parole gli insediamenti che avevano un valore storico e culturale – per essere considerati un borgo. Gli autori hanno mappato i borghi italiani selezionando i poligoni degli insediamenti urbani dai dati elaborati e aggregati delle basi censuarie Istat[11] (Mappatura). La georeferenziazione dei dati è stata effettuata sul software ArcGIS Pro di ESRI, che ci permette di visualizzare la loro distribuzione spaziale e di impostare le fasi successive. Per sviluppare l'analisi dei cluster (fase 3), le variabili significative sono state identificate attraverso una ricerca bibliografica che ha messo a confronto approcci metodologici coerenti con i temi del progetto e modelli di clustering di piccoli e medi insediamenti. Sono state scelte sei variabili chiave per effettuare l'analisi quantitativa spaziale a scala comunale. Per ogni variabile è stata effettuata una raccolta dati specifica, i dati sono stati analizzati, normalizzati e spazializzati sul software GIS. La rappresentazione dei dati è stata effettuata attraverso la tecnica di distribuzione delle pause naturali (Jenks)[12] (Li e Shan, 2022).

[9] https://www.formap.it/ (Accesso: 28 dicembre 2022)

[10] http://iccdold.beniculturali.it/index.php?it/144/elenco-siti-tematici (Accesso: 22 novembre 2022)

[11] https://www.istat.it/it/popolazione-e-famiglie, anno di aggiornamento: 2011. Le basi territoriali 2021 con riferimento al 1° gennaio 2021 sono in fase di elaborazione. La diffusione completa dei dati provvisori è prevista entro la fine del 2023. I dati geografici saranno diffusi nel sistema di coordinate geografiche WGS84.

[12] https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm (Accesso: 22 novembre 2022)

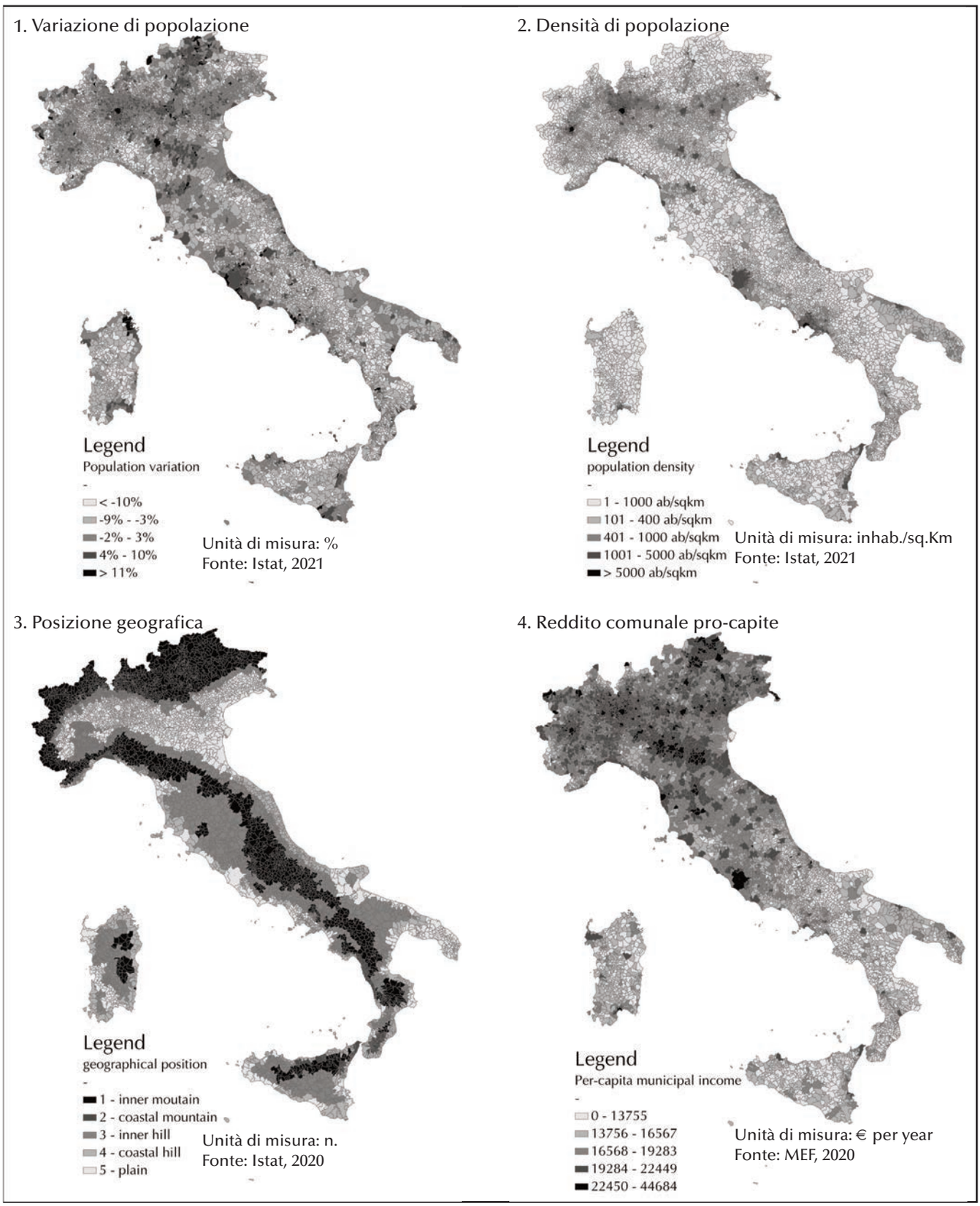
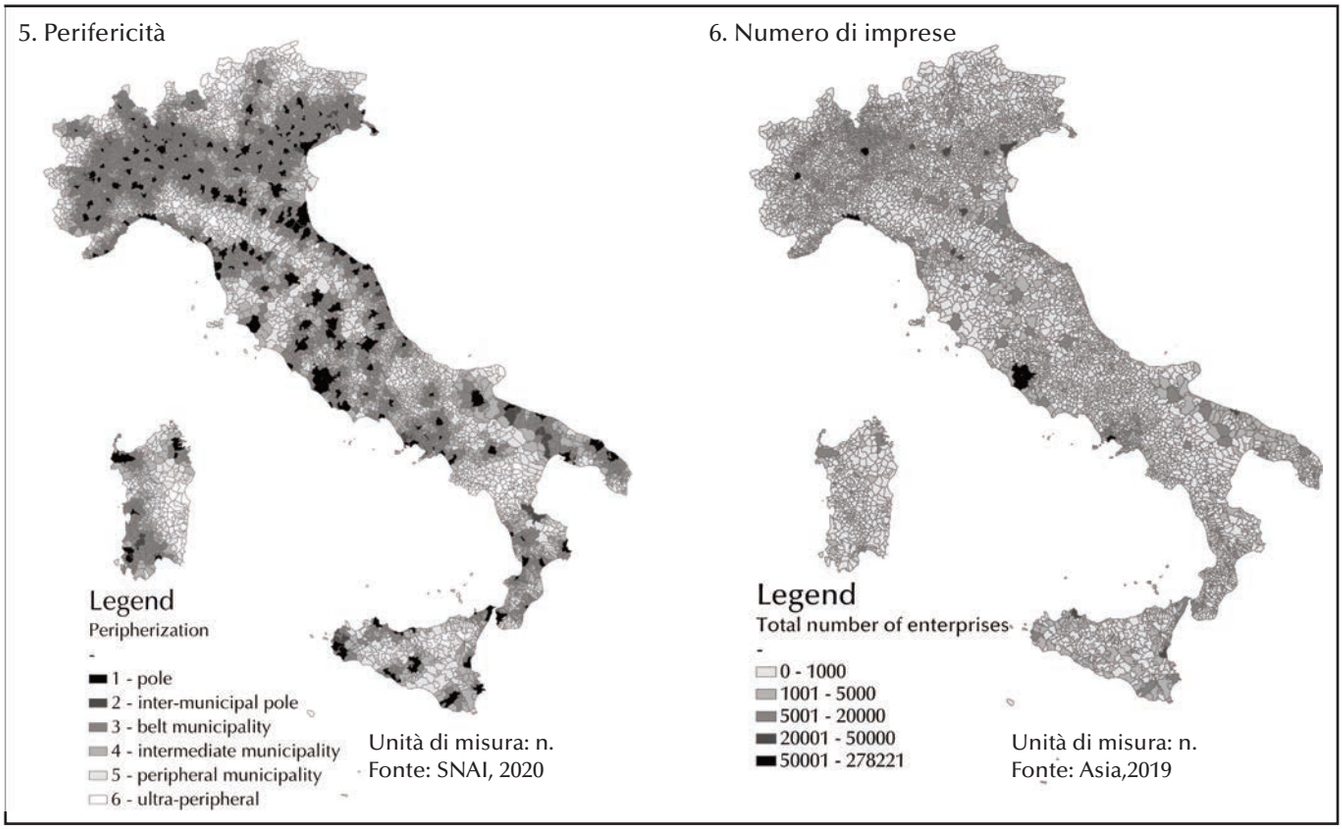


Figura 3 - *Risultato grafico del calcolo delle variabili.*



***Segue* Figura 3 -** *Risultato grafico del calcolo delle variabili.*

(Bernt, 2016) e (vi) il numero totale di imprese.

Tutte e sei le variabili sono state valutate e mappate. La prima variabile «Variazione della popolazione» – unità di misura: % – è stata misurata calcolando la variazione percentuale dei valori della popolazione residente registrata nei comuni negli anni 2011 e 2021 dal censimento Istat della popolazione. Lo scopo di questa variabile è quello di mostrare l'andamento demografico nei comuni selezionati includendo il periodo della pandemia Covid-19. La cartografia mostra che lo spopolamento più significativo ha riguardato le aree interne del centro-sud e le isole, superando in alcuni comuni il 10% di perdita demografica. Questa tendenza evidenzia come i problemi del Sud necessitino di maggiore attenzione. La «densità di popolazione» (ii) – unità di misura: ab./kmq – è una delle variabili più significative perché fornisce un quadro più coerente delle scelte insediative della popolazione. Questa variabile è stata calcolata dividendo la popolazione di ogni comune per la rispettiva area comunale. La Figura 3 mostra una densità di popolazione generalmente molto bassa, soprattutto nei comuni dell'entroterra lontani dai centri metropolitani più importanti. Pochi comuni della Pianura Padana nel Nord Italia superano i 100 abitanti/km^2, ad eccezione dei capoluoghi di regione. La «Posizione geografica» (iii) – unità di misura: classi basate sull'elevazione sul livello del mare – ci permette di riconoscere la geomorfologia dei comuni. L'Istat fornisce per ogni comune i valori di soglia altimetrica che identificano diverse zone altimetriche: montagna interna, montagna costiera, collina interna, collina interna costiera e pianura. Associando questi codici alle caratteristiche geometriche dei comuni, la maggior parte del campione risulta essere un comune di tipo «interno» (**Figura 3**). Lo scopo di considerare il «reddito comunale pro-capite» come variabile (iv) – unità di misura: € all'anno – è quello di osservare il livello di benessere economico della popolazione residente, in particolare se confrontato con la media nazionale. I dati sui redditi 2020 diffusi dal Ministero dell'Economia e delle Finanze (MEF) mostrano che in Italia, in piena pandemia, il reddito medio imponibile pro capite (al netto di eventuali detrazioni) è di 19.796 €/anno[14]. Sono stati raccolti dati sui redditi fino al 2020 e sono stati calcolati i valori del reddito pro-capite per ogni comune: i valori del reddito imponibile (importo) sono stati divisi per il numero di contribuenti. La distribuzione statistica dei dati mostra i valori più alti nel Nord Italia, che diminuiscono gradualmente verso il Sud Italia. Le isole e le regioni del Sud Italia registrano valori non superiori a 14.000 euro all'anno. Per quanto riguarda la «perifericità» (v), gli autori hanno preso in esame l'analisi sviluppata dalla

[14] https://www.mef.gov.it (Accesso: 18 ottobre 2022)

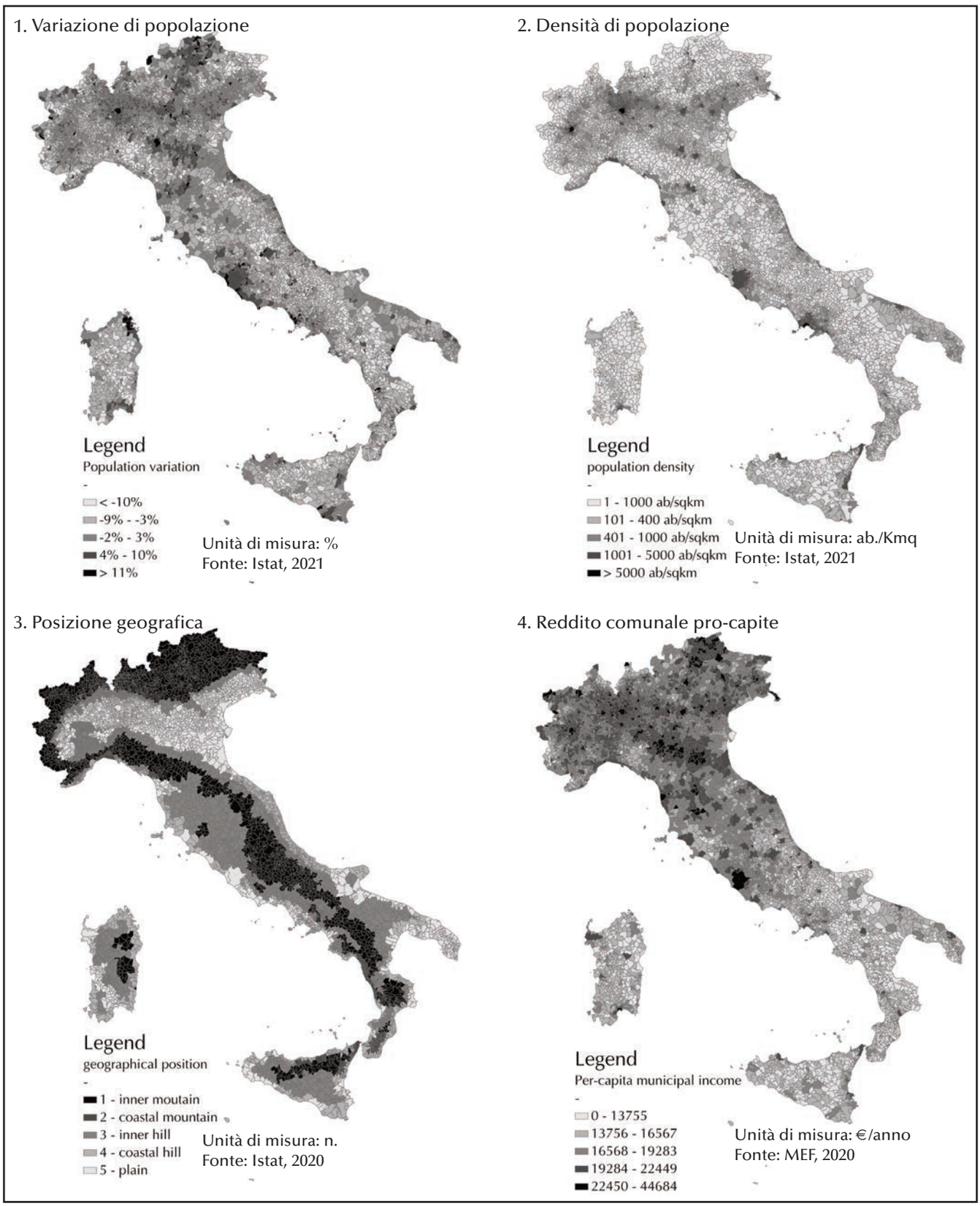
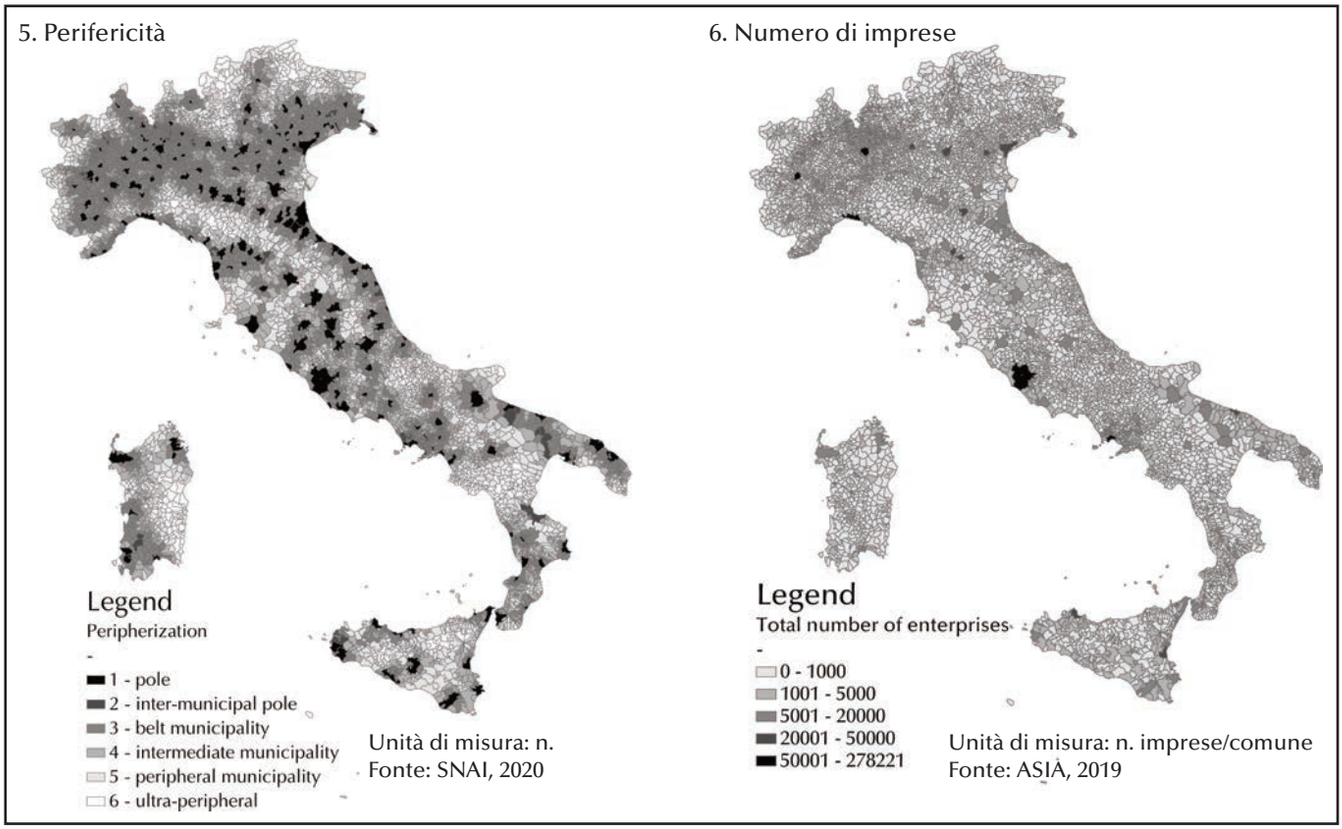


Figura 3 - *Risultato grafico del calcolo delle variabili.*



***Segue* Figura 3 -** *Risultato grafico del calcolo delle variabili.*

(Bernt, 2016) e (vi) il numero totale di imprese.

Tutte e sei le variabili sono state valutate e mappate. La prima variabile «Variazione della popolazione» – unità di misura: % – è stata misurata calcolando la variazione percentuale dei valori della popolazione residente registrata nei comuni negli anni 2011 e 2021 dal censimento Istat della popolazione. Lo scopo di questa variabile è quello di mostrare l'andamento demografico nei comuni selezionati includendo il periodo della pandemia Covid-19. La cartografia mostra che lo spopolamento più significativo ha riguardato le aree interne del centro-sud e le isole, superando in alcuni comuni il 10% di perdita demografica. Questa tendenza evidenzia come i problemi del Sud necessitino di maggiore attenzione. La «densità di popolazione» (ii) – unità di misura: ab./kmq – è una delle variabili più significative perché fornisce un quadro più coerente delle scelte insediative della popolazione. Questa variabile è stata calcolata dividendo la popolazione di ogni comune per la rispettiva area comunale. La Figura 3 mostra una densità di popolazione generalmente molto bassa, soprattutto nei comuni dell'entroterra lontani dai centri metropolitani più importanti. Pochi comuni della Pianura Padana nel Nord Italia superano i 100 abitanti/km^2, ad eccezione dei capoluoghi di regione. La «Posizione geografica» (iii) – unità di misura: classi basate sull'elevazione sul livello del mare – ci permette di riconoscere la geomorfologia dei comuni. L'Istat fornisce per ogni comune i valori di soglia altimetrica che identificano diverse zone altimetriche: montagna interna, montagna costiera, collina interna, collina interna costiera e pianura. Associando questi codici alle caratteristiche geometriche dei comuni, la maggior parte del campione risulta essere un comune di tipo «interno» (**Figura 3**). Lo scopo di considerare il «reddito comunale pro-capite» come variabile (iv) – unità di misura: € all'anno – è quello di osservare il livello di benessere economico della popolazione residente, in particolare se confrontato con la media nazionale. I dati sui redditi 2020 diffusi dal Ministero dell'Economia e delle Finanze (MEF) mostrano che in Italia, in piena pandemia, il reddito medio imponibile pro capite (al netto di eventuali detrazioni) è di 19.796 €/anno[14]. Sono stati raccolti dati sui redditi fino al 2020 e sono stati calcolati i valori del reddito pro-capite per ogni comune: i valori del reddito imponibile (importo) sono stati divisi per il numero di contribuenti. La distribuzione statistica dei dati mostra i valori più alti nel Nord Italia, che diminuiscono gradualmente verso il Sud Italia. Le isole e le regioni del Sud Italia registrano valori non superiori a 14.000 euro all'anno. Per quanto riguarda la «perifericità» (v), gli autori hanno preso in esame l'analisi sviluppata dalla

[14] https://www.mef.gov.it (Accesso: 18 ottobre 2022)

SNAI, prima nel 2014 e aggiornata nel 2020. La perifericità rappresenta un indicatore composito che indica il livello di accessibilità dei comuni ai servizi chiave e ai principali centri urbani. I comuni sono classificati come segue: 1= polo; 2= polo intercomunale; 3= comune di cintura; 4= comune intermedio; 5= comune periferico; 6= comune ultraperiferico. Questi codici indicano il livello di accessibilità dei comuni ai servizi chiave e ai principali centri urbani. L'analisi è robusta perché questo tipo di classificazione considera le interrelazioni tra gli altri comuni esterni, non solo ciò che accade all'interno di ciascun comune. Inoltre, si tratta di una sintesi che considera anche il tipo di spostamenti O/D che i residenti compiono ogni giorno verso altri poli urbani al di fuori del proprio comune. Le attuali metodologie di mappatura delle città in contrazione non considerano quasi mai gli indicatori di perifericità. La multiscalarità di questa variabile è importante anche per comprendere meglio le «relazioni tra centri e periferie/margini». La Figura 3 evidenzia che i comuni ultraperiferici sono presenti in specifiche aree della penisola, in particolare nel Nord-Est sulla catena appenninica appartenente alla regione Toscana, in un'ampia area al confine con la regione Calabria e in una cospicua zona costiera nel Sud-Est della regione Sardegna. Probabilmente è povera di servizi e mal collegata ai principali centri urbani come Olbia e Cagliari. Infine, il «Numero totale di imprese» (vi) – unità di misura: n. imprese per comune – esprime la performance imprenditoriale di tutti i comuni italiani. Questa variabile è fondamentale per valutare il livello di contrazione di un territorio. Il dato sul numero totale di imprese è stato ricavato dal dataset ASIA-imprese fornito dall'Istat, che fornisce informazioni a livello comunale sulla struttura produttiva e sulla demografia imprenditoriale di un territorio. La mappa relativa a questa variabile evidenzia che il territorio italiano è composto principalmente da piccole e medie imprese, poche per comune e distribuite in modo uniforme su tutta la penisola. Le eccezioni, cioè dove il numero di imprese è superiore a 50.000, si trovano nei capoluoghi di provincia e in alcune città molto fiorenti dal punto di vista produttivo della Pianura Padana.

L'analisi spaziale ha preceduto l'analisi cluster. I risultati della misurazione delle variabili sono stati uniti attraverso la funzionalità di geoprocessing *Union* su ArcGIS Pro software in un nuovo shapefile, in cui ogni campo corrispondeva a una variabile. Lo strumento di analisi spaziale *Multivariate Clustering* di ArcGIS Pro ha elaborato lo shapefile attraverso il metodo di clustering k-means e il metodo di inizializzazione *Optimized seed locations*. L'algoritmo k-means ha suddiviso il set di dati delle variabili in k[15] cluster utilizzando una strategia di ottimizzazione iterativa. Non è stato necessario normalizzare i dati, poiché questo l'algoritmo li standardizza automaticamente durante il processo.

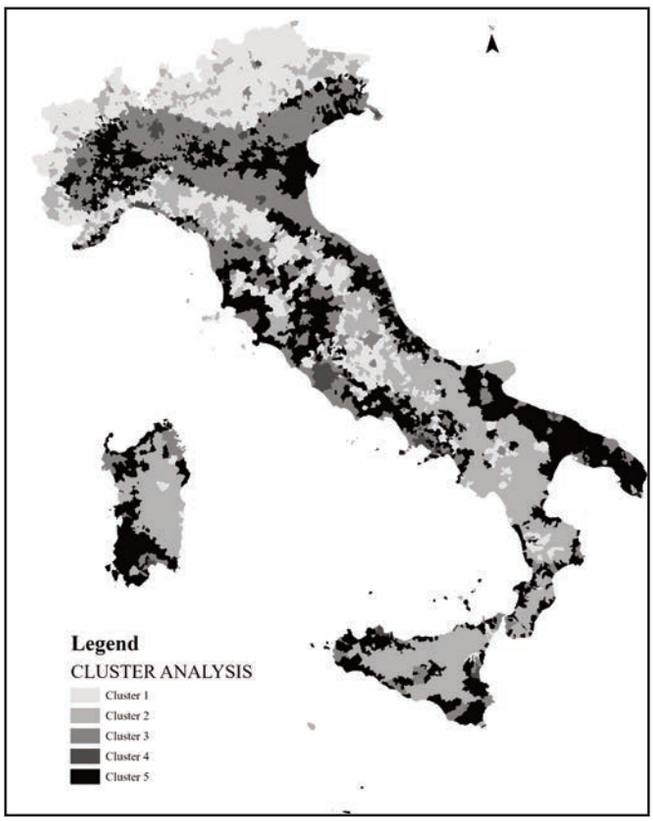


Figura 4 - *Rappresentazione cartografica degli archetipi comunali.*

Il risultato principale di questo processo mostra cinque cluster uniformi (**Figura 4**) come numero ottimale suggerito dal software. È possibile delineare le caratteristiche degli archetipi identificati dall'analisi della cartografia e dai grafici a dispersione che mostrano la distribuzione statistica dei dati per ogni cluster. Il cluster 1 (*Comuni montani periferici*) raduna soprattutto comuni montani che comprendono l'intero arco alpino e gran parte dell'arco appenninico fino all'Italia centrale; questi comuni sono considerati «comuni periferici» o «ultraperiferici» (si veda la Figura 3). Il contesto demografico di questi comuni è vario: è per lo più stabile, con alcuni picchi di perdita significativa e, allo stesso modo, alcuni casi di aumento della popolazione di quasi il 20%. La densità di popolazione presenta valori medio-bassi (mediamente 120 abitanti per chilometro quadrato) in relazione alle caratteristiche geomorfologiche di questo cluster. Il numero totale di imprese non è così elevato; tuttavia, i redditi sono in linea con la media nazionale: ad esempio, il valore medio comunale è di 18.000 euro all'anno.

I comuni più critici all'interno del contesto analizzato, cioè quelli che mostrano chiaramente le tracce di una forte contrazione urbana, appartengono al Cluster 2 (*Comuni montani periferici in forte contrazione*). Questi comuni sono localizzati principalmente lungo il Centro e le aree interne del Sud Italia, ma anche nelle aree periferi-

[15] hyper-parameter

che delle regioni Sicilia e Sardegna. Nelle regioni del Nord, questi comuni coincidono con i cosiddetti territori «ultraperiferici» definiti dalla classificazione SNAI. In generale, sono tutti comuni periferici o intermedi, dove l'accessibilità ai servizi o ai principali poli urbani esterni è impegnativa. I dati hanno evidenziato che questi comuni sono caratterizzati da una forte perdita demografica (-12% di residenti in dieci anni come valore medio), e da una densità abitativa irrisoria, significativamente inferiore ai valori riportati nel Cluster 1, che ha una media di 51 abitanti per chilometro quadrato. Inoltre, i redditi sono molto bassi, molto inferiori ai valori medi nazionali, e ci sono meno di 100 imprese per comune. Questo risultato evidenzia un radicato problema strutturale nel sistema infrastrutturale, nella localizzazione della produzione e nell'erogazione dei servizi nel Sud Italia.

I grafici *scatter plot* sul software ArcGIS Pro mostrano chiaramente che il Cluster 3 (*Comuni di cintura in crescita*) comprende i comuni definiti come «poli intercomunali» o «comuni di cintura» (si veda la Figura 3) che si trovano in prossimità dei principali poli urbani. Questi comuni, localizzati in gran parte nel Nord Italia lungo la Pianura Padana, sono identificati come i contesti territoriali attualmente più attrattivi: la variazione della popolazione mostra un trend positivo anche dopo l'instabilità creata dalla Pandemia del Covid 19; i redditi medi pro capite sono i più alti nel contesto nazionale. Nei territori appartenenti a questo cluster, infatti, i collegamenti con i principali poli urbani sono efficienti, c'è un buon numero di imprese e si trovano famiglie benestanti, come suggeriscono i valori di reddito. Queste caratteristiche hanno favorito un continuo e costante aumento della dispersione urbana, confermato dai bassi valori di densità insediativa (valori quadruplicati nel Cluster 4). Il cluster 4 (*Comuni Polo*) possiede il campione più piccolo di comuni; esso riunisce i comuni italiani più influenti, considerati «poli» in quanto capoluoghi di regione o città economicamente e/o turisticamente influenti (a titolo di esempio: Roma, Milano, Torino, Genova, Napoli, ecc.) Al di là dei singoli casi, è possibile osservare dinamiche comuni: sono tutti comuni di pianura o di collina, dove la variazione della popolazione è stabile o in leggera crescita, la densità abitativa è molto alta e i redditi sono medio-alti (in media 20.000€ all'anno), oltre al numero di imprese molto elevato (quasi 8 volte superiore ai comuni limitrofi appartenenti al Cluster 3). Infine, il Cluster 5 (*Comuni intermedi di collina e pianura in lieve contrazione*) rappresenta l'insieme di comuni più popolosi e si configura come un cluster intermedio tra i Cluster numero 1 e 2. Questo cluster comprende comuni di collina e di pianura soprattutto nel Sud Italia e nelle isole di Sicilia e Sardegna, ma alcuni casi si possono osservare anche lungo la Pianura Padana e le pianure del Centro Italia. Il quadro demografico mostra una leggera variazione negativa; i valori di densità, patrimonio economico e diffusione delle imprese sono bassi ma superiori ai dati registrati nei cluster 1 e 2.

4. CONCLUSIONE E SVILUPPI FUTURI

Questo studio ha messo in luce alcuni importanti risultati della prima fase del progetto nazionale *«Rinascimento dei borghi per la rivitalizzazione delle aree marginali"*, che intende creare le condizioni per ripopolare e riequilibrare i territori in contrazione attraverso la creazione di nuovi centri di attrazione secondo lo strumento del PNRR.

I principali risultati presentati sono tre. In primo luogo, è stata elaborata una definizione giuridica di borgo dai gruppi di ricerca partner del progetto. La definizione è stata elaborata nel modo più inclusivo possibile, in grado di rappresentare tutti i tipi di borgo potenzialmente esistenti sul territorio italiano. Questa fase ha rappresentato la sfida principale dello studio.

Il secondo risultato riguarda la mappatura dei borghi italiani corrispondenti alla definizione. Nel contempo è stato definito un database univoco che elenca tutti i borghi italiani e li combina con informazioni essenziali come i rispettivi nomi, i dati della popolazione, la superficie, il numero di famiglie, le abitazioni e gli edifici. Un campione di 9.539 insediamenti corrispondenti alla definizione è stato selezionati e quindi mappato attraverso il software GIS.

Il terzo risultato principale raggiunto consiste nello sviluppo di una valutazione spaziale dei comuni italiani, la quale ha permesso di raggruppare i borghi in cluster. Questo tipo di analisi spaziale ha consentito di definire un profilo chiaro delle dinamiche spaziali dei comuni italiani. Inoltre, la raccolta e l'elaborazione dei dati hanno determinato un solido punto di partenza per la costruzione di un archivio di dati spaziali completo, che potrà essere implementato nel tempo attraverso il progressivo aggiornamento dei dati. Attraverso l'analisi cluster multivariata sono stati definiti cinque archetipi. L'innovazione del metodo proposto risiede nel suo approccio place-based guidato dalla tecnologia GIS.

L'utilizzo dell'analisi spaziale accanto all'analisi statistica dei dati è fondamentale per indirizzare al meglio le future politiche di sviluppo sostenibile, soprattutto nel contesto di questo progetto volto al recupero dei borghi e delle aree marginali d'Italia.

Questi archetipi saranno utilizzati per sviluppare le fasi successive del progetto. Per ciascuno di essi verrà fornita una serie di KPI per valutare e monitorare gli sviluppi territoriali a seguito dell'attuazione di uno specifico pacchetto di strategie. Successivamente, verrà selezionato un ristretto numero di casi di studio rispettivamente correlati a ciascuno dei cinque archetipi e su di essi verrà applicato e implementato il cruscotto interattivo. Di conseguenza, la metodologia proposta con il cruscotto web intende promuovere uno sviluppo urbano inclusivo e sostenibile, il coinvolgimento degli stakeholder nei processi decisionali e promuovere uno strumento implementabile non solo in Italia ma anche altrove.

I principali utenti di questo strumento sono le amministrazioni pubbliche, ovvero coloro che devono gestire i

processi di sviluppo territoriale delle aree marginali esaminate in questo studio. Questo strumento mira ad aiutare i processi decisionali all'interno dei piccoli comuni o unioni di comuni, dove è più difficile innovare i processi di pianificazione e renderli efficaci. Il cruscotto intende definire uno strumento di supporto alla pianificazione che, da un lato, faciliti la traduzione locale di obiettivi globali e nazionali, e quindi li collochi correttamente nel contesto territoriale di specifici casi di studio; dall'altro, costituisca una dimensione digitale che favorisca il coinvolgimento degli stakeholder, laddove non è possibile anche a distanza, e crei consenso nella costruzione delle strategie territoriali.

In conclusione, questo studio contribuisce al raggiungimento dell'SDG11 in quanto supporta la costruzione di un nuovo equilibrio spaziale tra grandi città e aree marginali e una transizione sostenibile. Inoltre, fornisce alle amministrazioni pubbliche gli strumenti per pianificare e monitorare costantemente lo sviluppo degli insediamenti a tutti i livelli territoriali. Pertanto, gli obiettivi dell'SDG11 (in particolare, 11.3, 11.4 e 11.b) sono attuati (i) sostenendo politiche pubbliche che coordinano dinamiche globali e azioni locali, (ii) delineando azioni di valorizzazione del patrimonio naturale e culturale in una prospettiva transcalare, attraverso l'interazione tra stakeholder posti a livelli scalari diversi e in potenziale conflitto, e (iii) concentrandosi su metodi di analisi e monitoraggio delle dinamiche territoriali e su modelli innovativi di governance territoriale e di policy-making per affrontare le questioni ambientali.

Lo sviluppo futuro di questo studio è legato alla costruzione del cruscotto web interattivo. Ciò richiederà l'utilizzo di strumenti di Social Design System Thinking (SDST o progettazione sistemica multiscalare) per coinvolgere le comunità locali, gli stakeholder, le autorità locali e il tessuto imprenditoriale locale dei comuni selezionati come target di intervento per promuovere una governance inclusiva e solidale delle politiche di sviluppo locale.

Ringraziamenti

Gli autori di questo studio ringraziano il Comitato Scientifico dell'Osservatorio per lo Sviluppo dei Territori e Eurispes per il finanziamento del progetto «Rinascimento dei borghi per la rivitalizzazione delle aree marginali» e riconoscono il contributo fornito da FormAP e da tutti i membri del gruppo di ricerca del progetto, che è stato utilizzato come base per lo sviluppo di questo studio.

* **Maurizia Pignatelli,** *Politecnico di Torino, Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio (DIST)*
e-mail: *maurizia.pignatelli@polito.it*

** **Sara Torabi Moghadam,** *Politecnico di Torino, Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio (DIST)*
e-mail: *sara.torabi@polito.it*

*** **Patrizia Lombardi,** *Politecnico di Torino, Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio (DIST)*
e-mail: *patrizia.lombardi@polito.it*

Bibliografia

Adobati F. and Debernardi A., "The Breath of the Metropolis: Smart Working and New Urban Geographies", *Sustainability (Switzerland)*, 2022, 14(2). doi: 10.3390/ su14021028.

Barbarossa L., "The post pandemic city: Challenges and opportunities for a non-motorized urban environment. An overview of Italian cases', *Sustainability (Switzerland)*, 2020,12(17), pp. 1-19. doi: 10.3390/su12177172.

Barca F., Casavola P. and Lucatelli S., "a Strategy for Inner Areas in Italy : Definition , Objectives ,Tools ang Governance", 2014, (31).

Bernt M., "The Limits of Shrinkage: Conceptual Pitfalls and Alternatives in the Discussion of Urban Population Loss", *International Journal of Urban and Regional Research*, 2016, 40(2), pp. 441-450. doi: 10.1111/1468-2427.12289.

Bertolini P. and Pagliacci F., "Quality of life and territorial imbalances. A focus on italian inner and rural areas", *Biobased and Applied Economics*, 2017, 6(2), pp. 183-208. doi: 10.13128/BAE-18518.

Brandon P. S., Lombardi P. and Shen G.Q., *Future challenges for sustainable developmentwithin the built environment*. John Wiley & Sons, 2016.

Caselli B., Ventura P. and Zazzi M., "Performance-based spatial monitoring. An interpretative model for long-term shrinking medium-small Italian towns", *Sustainable Cities and Society*. Elsevier, 53(November 2019), 2020, p. 101924. doi: 10.1016/j.scs.2019.101924.

Davoudi S., "Polycentricity in European spatial planning: From an analytical tool to a normative agenda", *European Planning Studies*, 2003, 11(8), pp. 979-999. doi: 10.108 0/0965431032000146169.

Dezio C., "Restart from resources. Rural heritage as antifragile territorial capital", *Valori e Valutazioni*, 2020, No. 24, pp. 209-217.

Eriksson P. E., Leiringer R. and Szentes H., 2017 "The Role of Co-Creation in Enhancing Explorative and Exploitative Learning in Project-Based Settings", *Project Management Journal*, 48(4). doi: 10.1177/875697281704800403.

Faludi A., 2006, "Shaping the Agenda", (January 2006), pp. 143-145.

Ferlaino F. and Dematteis G., "Il Mondo E I Luoghi: Geografie Delle Identità E Del Cambiamento", 2003.

Howard T.L.J. and Gaborit N., "Using Virtual Environment Technology to Improve Public Participation in Urban Planning Process", *Journal of Urban Planning and Development*, 2007, 133(4), pp. 233-241. doi: 10.1061/(asce)0733-9488(2007)133:4(233).

Ingold K.,"How involved are they really? A comparative network analysis of the institutional drivers of local actor inclusion", *Land Use Policy*. Elsevier Ltd, 2014, 39, pp. 376-387. doi: 10.1016/j.landusepol.2014.01.013.

Klopp J.M. and Petretta D.L., "The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities", *Cities*, 2017, 63, pp. 92-97. doi: 10.1016/j.cities.2016.12.019.

Li S. and Shan J., "Adaptive Geometric Interval Classifier", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2022, 11(8). doi: 10.3390/ijgi11080430.

Meijers E.,"Measuring polycentricity and its promises", *European Planning Studies*, 2008, 16(9), pp. 1313-1323. doi: 10.1080/09654310802401805.

Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, "Agenda urbana", 2022, pp. 1-272. Available at: https://it.wikipedia.org/wiki/Ministero_delle_infrastrutture_e_della_mobilità_sostenibili.

Nared J. and Bole D., *Participatory research and planning in practice*, *Urban Research & Practice,* 2021. doi: 10.1080/17535069.2020.1868249.

Nikolopoulos E.I. et al., "Evaluation of predictive models for post-fire debris flow occurrence in the western United States", *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2018, 18(9), pp. 2331–2343. doi: 10.5194/nhess-18-2331-2018.

OECD, "The territorial impact of COVID-19 : Managing The Crisis Across Levels of Government", *Organization fo Economic Cooperation and Development*, (April), 2020, pp. 2-44. Available at: https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/the-territorial-impact-of-covid-19-managing-the-crisis-across-levels-of-government-d3e314e1/.

Pastorelli E., Stocchiero A. (Engim/Focsiv for GCAP Italia). Maslennikov M., Petrelli F. (Oxfam/ GCAP Italia), Midulla M. (WWF/GCAP Italia), M.M. and V.C.D. (Lagambiente/GCAP), 2019, *Inequalities in Italy*.

Pignatelli M. et al., "Spatial decision support system for low-carbon sustainable cities development: An interactive storytelling dashboard for the city of Turin", *Sustainable Cities and Society*. Elsevier Ltd, 89(October 2022), 2023. doi: 10.1016/j.scs.2022.104310.

Rivolin U.J. and Faludi A., "The hidden face of European spatial planning: Innovations in governance", *European Planning Studies*, 2005, 13(2), pp. 195-215. doi: 10.1080/0965431042000321785.

De Rossi A. a cura di, *Riabitare l"italia – le aree interne tra abbandoni e riconquiste*. Progetti Donzelli, 2018.

Salvati L. and De Rosa S.,"Hidden Polycentrism" or "Subtle Dispersion"? Urban growth and long-term sub-centre dynamics in three Mediterranean cities", *Land Use Policy*. Elsevier Ltd, 2014, 39, pp. 233-243. doi: 10.1016/j.landusepol.2014.02.012.

Salvia R., Salvati L. and Quaranta G., "Beyond the transition: Long-term population trends in a disadvantaged region of southern europe, 1861-2017", *Sustainability (Switzerland)*, 2021, 13(12). doi: 10.3390/su13126636.

Zhu D. et al.,"Influence Mechanism of Polycentric Spatial Structure on Urban Land Use Efficiency: A Moderated Mediation Model", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(24). doi: 10.3390/ijerph192416478.