

A smart village model for the Italian coastal territory

Enrico Dassori, Alberto Messico, Renata Morbiducci*,
Andrea Morini, Salvatore Polverino, Clara Vite

Highlights

The concept of Smart Villages, i.e. the idea of applying the principles of Smart Cities outside “urban territories”, has recently been defined by the European Sub-Commission on Rural Development [1]. Italy is very rich in small scattered settlements, but united by their common neighboring environment. In this work we want to outline the conceptual boundaries of the term Smart Villages, propose a model for the “Mediterranean Coastal Smart Villages” and summarize the results of its application in a Ligurian territory, called “Golfo dell’Isola” (Municipalities of Bergeggi, Spotorno, Noli and Vezzi Portio).

Abstract

Small municipalities, if taken individually, have difficulty in implementing energy policy and sustainable projects (economic, environmental and social), because they do not have sufficient financial and human resources. The idea is to regenerate a territorial area following the principles of innovation and sustainable development, that is the applicability of the concept of Smart Villages on an entire “small” territory with homogenous characteristics (similar morphology, coastal village or bordering the coast, tourism as the main business, ect.) and with several villages with less of 3000 habitants; this is the “Golfo dell’Isola” in Liguria.

Keywords

Smart Villages, Innovation, Sustainable Approach, Coastal Territories

1. INTRODUCTION

The concept of Smart Villages, i.e. the idea of applying the principles of Smart Cities outside “urban territories”, has recently been defined by the European Sub-Commission on Rural Development [1].

Italy is very rich in small scattered settlements, but united by their common neighboring environment. Often, however, small municipalities, when taken individually, have difficulty in implementing broad innovative and strategic policy measures (economic, environmental and social), because they do not have sufficient financial and human resources to analyze, design and implement appropriate solutions. The present work aims to outline the conceptual boundaries of the term Smart Villages, propose its model for the

Enrico Dassori

DAD - Dipartimento di Architettura e Design, Scuola Politecnica, Università di Genova, Stradone S. Agostino 37, Genova, 16123, Italia

Alberto Messico

DAD - Dipartimento di Architettura e Design, Scuola Politecnica, Università di Genova, Stradone S. Agostino 37, Genova, 16123, Italia

Renata Morbiducci

DAD - Dipartimento di Architettura e Design, Scuola Politecnica, Università di Genova, Stradone S. Agostino 37, Genova, 16123, Italia

Andrea Morini

Laboratoire GSA, Ecole Nationale Supérieure de Paris-Malaquais, 14, rue Bonaparte, Paris, 75272, France

Salvatore Polverino

DAD - Dipartimento di Architettura e Design, Scuola Politecnica, Università di Genova, Stradone S. Agostino 37, Genova, 16123, Italia

Clara Vite

DAD - Dipartimento di Architettura e Design, Scuola Politecnica, Università di Genova, Stradone S. Agostino 37, Genova, 16123, Italia

* Corresponding author
Tel.: +39-340-7072223;
fax: +39-010-2092525;
e-mail:
renata.morbiducci@unige.it

Mediterranean coastal territory (Mediterranean Coastal Smart Villages) and summarize the results of its application.

The European Commission, in particular the Eurostat section [2], has recently classified the territory of the European Union in the following categories (Figure 1):

- cities;
- towns and suburbs;
- rural areas.

1. INTRODUZIONE

Il concetto di Smart Villages, ossia l'idea di applicare i principi delle Smart Cities al di fuori dei "territori urbani" è stato definito recentemente dalla sotto Commissione Europea sullo Sviluppo Rurale [1]. L'Italia, è ricchissima di piccoli insediamenti abitativi sparsi, ma accomunati dal loro ambiente limitrofo comune. Spesso, però, i piccoli Comuni, se presi singolarmente, hanno difficoltà ad attuare ampie misure politiche innovative e strategiche (economiche, ambientali e sociali), perché non dispongono delle sufficienti risorse

Degree of urbanisation concept	Alternative terminology	UN Classification	Criteria
Cities	Densely populated areas	Large urban areas	≥ 50 % of the population lives in high-density clusters
Towns and suburbs	Intermediate urbanised areas	Small urban areas	< 50 % of the population lives in rural grid cells and < 50 % of the population lives in high-density clusters
Rural areas	Thinly populated areas	Rural areas	> 50 % of the population lives in rural grid cells

Grid cell concept	Criteria
High density clusters (urban centres)	Population ≥ 50 000 inhabitants and contiguous grid cells of 1 km ² with ≥ 1 500 inhabitants per km ²
Urban clusters	Population ≥ 5 000 inhabitants and contiguous grid cells of 1 km ² with ≥ 300 inhabitants per km ²
Rural grid cells	Grid cells outside urban clusters and urban centres

Figure 1. Spatial concepts used in the degree of urbanisation [Eurostat KS-HA].

The Villages are inserted like the built-up areas of rural areas. Studies and scientific research in the Villages have been almost absent in the international academic debate until recently, even if they have been, and are, the subject of important discussions and proposals in the European Union [3], which has reasoned a lot about how to help and enhance these realities, which make up about 76% of the European territory (Figure 2).

finanziarie e umane per analizzare, progettare e realizzare soluzioni adeguate. Nel presente lavoro si vogliono delineare i confini concettuali del termine Smart Villages, proporre un suo modello per il territorio costiero mediterraneo (Mediterranean Coastal Smart Villages) e sintetizzare i risultati di una sua applicazione. La Commissione Europea, in particolare la sezione Eurostat [2], ha recentemente classificato il territorio dell'Unione Europea nelle seguenti categorie (Figura 1):

When the progress of innovative technologies, for example in information and communication (ITC), became among the main protagonists of research and applications of Smart Cities, in a less explosive and slower way there were cases where the idea that the same innovations could be functional for the Villages, thus transforming them into “Smart Villages” [4].

- città (cities);
 - paesi e sobborghi (towns and suburbs);
 - territori rurali (rural areas).
- I Villages sono inseriti come gli agglomerati abitati delle aree rurali. Gli studi e le ricerche scientifiche dei Villages sono state pressoché assenti nel dibattito accademico internazionale sino a poco tempo*

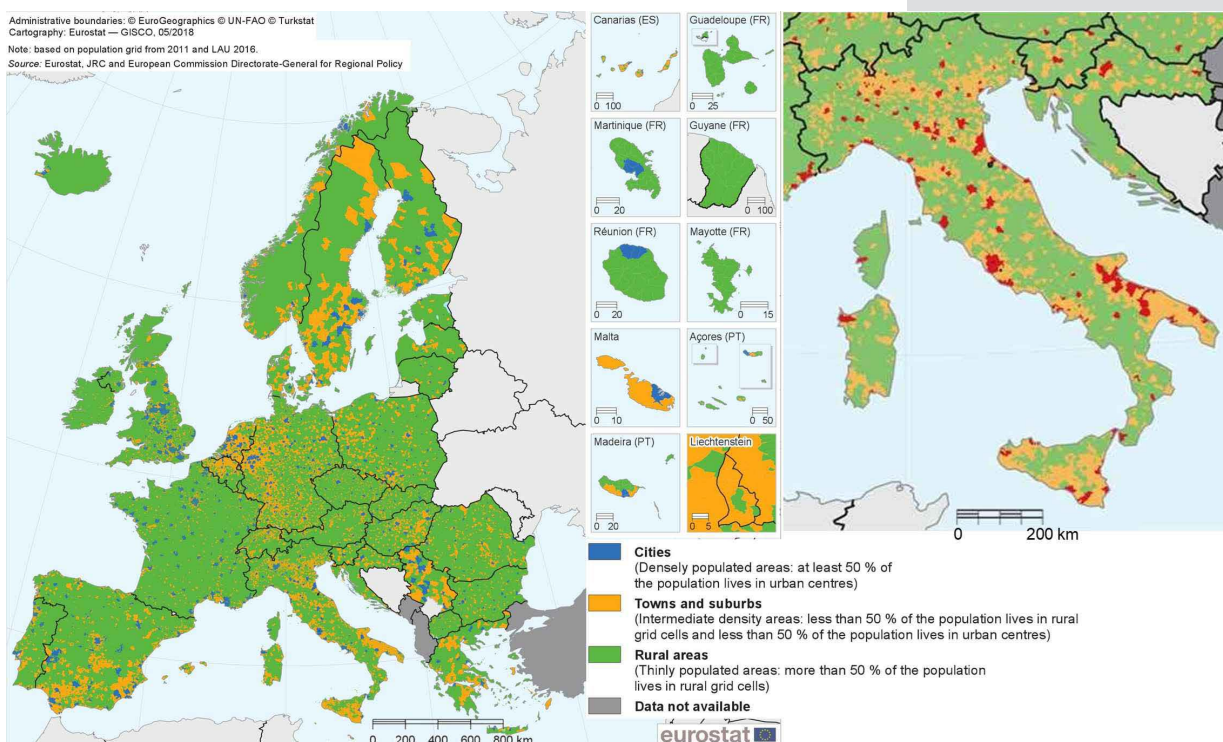
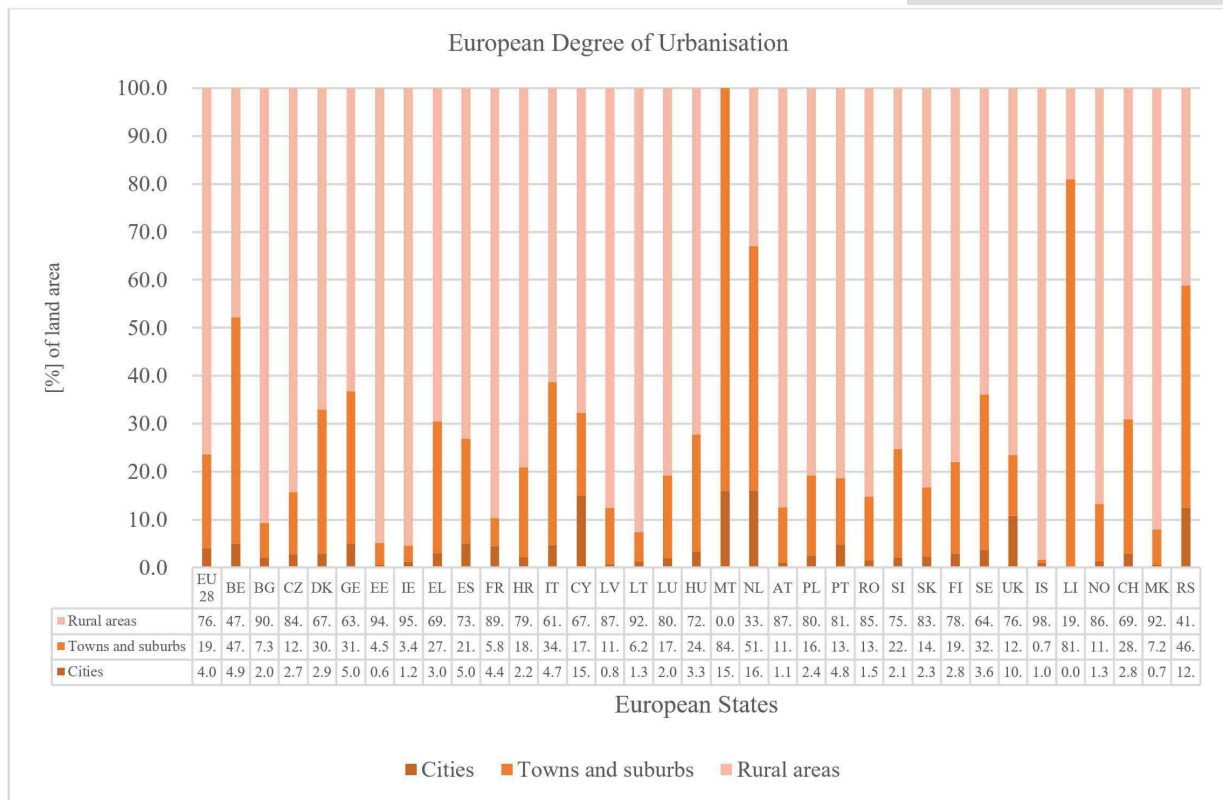


Figure 2. Degree of urbanisation for European local administrative units (LAU) (<https://ec.europa.eu/eurostat>).

2. STATE OF THE ART

At the beginning of September 2016, more than 340 rural stakeholders gathered in Cork, Ireland and developed a vision for the future of the EU's rural areas. Under the title 'Better life in rural areas', the Cork Declaration 2.0 (Cork Declaration 2.0) [5] defines the expectations and aspirations of rural areas. The declaration emphasises the need to think of integrated political and technical approaches in order to work on this type of territorial reality as a whole, with its own needs and potential. Among the priorities to be addressed is the need to pay particular attention to overcoming the digital divide between rural and urban areas and developing the potential offered by the connectivity and digitisation of rural areas. This led to the idea of working on the possible application of the concept of Smart Cities for areas outside the urban territory. For many people, rural areas are simply a home, a place to live, work and raise families. The idea of transforming them into Smart Villages aims to create new possibilities to increase jobs, innovative and efficient services, connectivity and intelligent transport solutions, as well as a high quality natural environment with strong entrepreneurial potential. They also make substantial contributions to solving many of the major contemporary challenges, such as climate change or the sustainable supply of food, biomass and energy, since they are the inhabited parts of such a vast European territory, 76%.

Tourism and culture are two other elements that should not be underestimated and can further stimulate employment and investment; even in certain contexts they can become the protagonists of entrepreneurial initiatives. This is certainly the case in the Mediterranean coastal territories where tourism and culture are the protagonists of the local economy (Figure 3) [6].

The transformation in Smart Villages of a series of inhabited agglomerations scattered in a more or less wide territory in which the activities and the environmental characteristics are homogeneous, wants to be the basic synthesis of the concept analyzed here and proposed by the European Union.

But what is a Smart Villages?

Analyzing the documentation of the European Commission [7, 8], the Smart Villages can be identified through a series of actions that we want to implement to obtain a higher quality and quantity of work, a higher quality of life and greater functionality thanks to the tools of innovation. In particular, the following main actions are identified:

- Digitisation and use of ICT (DIGITAL and ICT);
- Energy and Environment (ENERGY and ENVIRONMENT);
- Smart Mobility (SMART MOBILITY);

fa, anche se sono state, e sono, oggetto di discussioni e proposte importanti nell'Unione Europea [3] che ha molto ragionato per come aiutare e valorizzare queste realtà che costituiscono circa il 76% del territorio europeo (Figura 2). Quando i progressi delle innovative tecnologie, per esempio nell'informazione e nella comunicazione (ITC), sono diventati tra i protagonisti principali delle ricerche e applicazioni delle Smart Cities, in modo meno prorompente e in maniera più lenta si sono avuti casi in cui è maturata l'idea che le stesse innovazioni potevano essere funzionali per i Villages, trasformandoli dunque in "Smart Villages" [4].

2. STATO DELL'ARTE

All'inizio di settembre 2016, oltre 340 soggetti interessati del mondo rurale si sono riuniti a Cork, in Irlanda, e hanno sviluppato una visione per il futuro delle zone rurali dell'UE. Sotto il titolo "Una vita migliore nelle zone rurali", la dichiarazione di Cork 2.0 (Cork Declaration 2.0) [5] definisce le aspettative e le aspirazioni delle zone rurali. La dichiarazione pone l'accento sulla necessità di pensare ad approcci integrati, politici e tecnici, al fine di lavorare su questo tipo di realtà territoriale come un intero ambito, con le proprie necessità e potenzialità. Tra le priorità da affrontare viene chiesto di prestare particolare attenzione al superamento del divario digitale tra zone rurali e urbane e allo sviluppo del potenziale offerto dalla connettività e dalla digitalizzazione delle zone rurali. Da qui è nata l'idea di lavorare sulla possibile applicazione del concetto di Smart Cities per le zone al di fuori del territorio urbano.

Per molte persone, le zone rurali sono semplicemente una casa, un luogo in cui vivere, lavorare e crescere le famiglie. L'idea di trasformarle in Smart Villages vuole creare nuove possibilità per aumentare i posti di lavoro, servizi innovativi ed efficienti, connettività e soluzioni di trasporto intelligenti, nonché un ambiente naturale di alta qualità e di forte potenzialità imprenditoriale. Essi forniscono, inoltre, contributi consistenti per risolvere molte delle grandi sfide contemporanee, come il cambiamento climatico o la fornitura sostenibile di cibo, biomassa ed energia, dato che sono le parti abitate di un territorio europeo così vasto, il 76%.

Altri due elementi da non sottovalutare sono il turismo e la cultura che possono ulteriormente stimolare l'occupazione e gli investimenti; addirittura in certi contesti possono diventare i protagonisti delle iniziative imprenditoriali. Questo certamente avviene nei territori costieri mediterranei in cui turismo e cultura sono protagonisti dell'economia locale (Figura 3) [6].

La trasformazione in Smart Villages di una serie di agglomerati abitati sparsi in un territorio più o meno ampio in cui le attività e le caratteristiche ambientali sono omogenee, vuole essere la sintesi di base del concetto qui analizzato e proposto dall'Unione Europea. Ma uno Smart Villages cos'è?

Analizzando la documentazione della Commissione Europea [7, 8] lo Smart

- Health and Social Services (HEALTH and SOCIAL CARE);
- School Education (EDUCATION);
- Multi-service centres (MULTISERVICE HUBS);
- Culture & Tourism (CULTURES & TOURISM).

These actions have been included in several projects, already implemented, under development or in the proposal phase [9]. They have as common denominator two elements, the use of integrated approaches at local and/or national level and the opportunity to have economic funding from the European Commission.

Villages è identificabile mediante una serie di azioni che si vogliono attuare per ottenere maggiore qualità e quantità di lavoro, maggiore qualità di vita e maggiore funzionalità grazie agli strumenti dell'innovazione. In particolare vengono identificati le seguenti azioni principali:

- Digitalizzazione e uso dell'ICT (DIGITAL and ICT);
- Energia e Ambiente (ENERGY and ENVIRONMENT);
- Mobilità Intelligente (SMART MOBILITY);
- Salute e Servizi Sociali (HEALTH and SOCIAL CARE);
- Educazione Scolastica (EDUCATION);
- Centri multi servizio

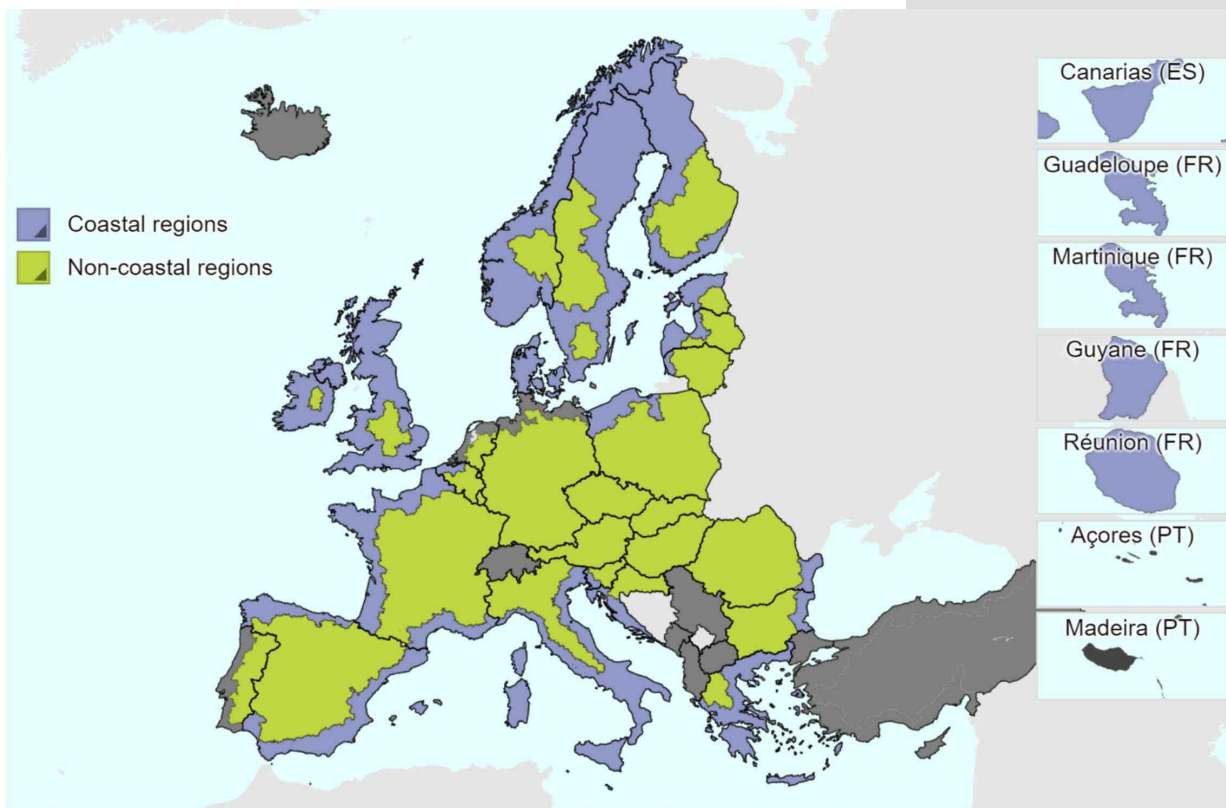


Figure 3. European coastal e non coastal regions (<https://ec.europa.eu/eurostat>).

3. A SMART VILLAGE MODEL FOR THE ITALIAN COASTAL TERRITORY

The Italian coastal territory is characterized mainly by inhabited agglomerations that have the characteristics of country, suburbs and rural areas. The Mediterranean climate, the natural and historical characteristics of this type of territory are the peculiar elements that characterize it in terms of morphology, quality of life, attractiveness for tourists and therefore local work activities. Moreover, more or less large neighboring areas have common characteristics,

- (MULTISERVICE HUBS);
- Cultura & Turismo (CULTURE & TOURISM).

Queste azioni sono state inserite in numerosi progetti, già realizzati, in fase di sviluppo o in fase di proposta [9]. Essi hanno come denominatore comune due elementi, l'uso di approcci integrati a livello locale e/o nazionale e l'opportunità di avere dei finanziamenti economici da parte della Commissione Europea.

3. UN MODELLO DI SMART VILLAGE PER IL TERRITORIO COSTIERO ITALIANO

Il territorio costiero italiano è caratterizzato principalmente da

needs and potential. This type of territory, however, has problems related to the risk of depopulation due to lack of job prospects, aging of the population present, not high degree of educational opportunities.

The application study that is presented proposes a model of Smart Villages for an Italian coastal territory, then Mediterranean (Mediterranean Coastal Smart Villages), in which they have chosen: some of the main actions proposed by the Commission, the exploitation of the potential energy savings through sustainable upgrading of buildings and infrastructure, tourism and culture as priority sources of work and economic development.

The main action is linked to the optimization of the use of energy and the consequent positive environmental and economic impact for the sparsely populated area. In particular, it is proposed to replace almost all energy sources with renewable energy sources, exploiting the natural potential of the territory.

The second action is the exploitation of the tourist potentialities linked to the natural and cultural riches. This second action is strongly linked to the work of the local, administrative, tourist, sports and volunteer realities, which in our research must be considered only an indispensable framework, but which is beyond our competence.

The coastal territory, like all the Italian rural territory, is characterized by an inefficient infrastructural and building heritage that requires important interventions also for energy saving. The proposed action provides for a strong exploitation of this type of potential to have a “territory with almost zero consumption” and not only “buildings with almost zero consumption”. Clearly, a proposal of this type has as a consequence the positive impact on the environment, the economic savings for public and private and the virtuous need to have to use innovative means and tools, another special action for the Smart Villages.

3.1. THE PROPOSED MODEL

The proposed model foresees in the two phases, State of Fact and State of Project, a series of analyses and specific actions illustrated below.

The state of fact

- (a) *Environmental analysis* - climatic, morphological and site peculiarity characteristics to identify natural peculiarities, to select natural energy sources and to frame infrastructure and building heritage;
- (b) *Typological analysis* - typological characteristics of existing buildings in order to know their size, shape, date of construction, construction-

agglomerati abitati che hanno le caratteristiche di paese, sobborghi e aree rurali. Il clima mediterraneo, le caratteristiche naturali e storiche di questo tipo di territorio sono gli elementi peculiari che lo caratterizzano in termini di morfologia, qualità di vita, attrattività per i turisti e quindi attività lavorative locali. Inoltre, più o meno ampie zone limitrofe presentano caratteristiche, necessità e potenzialità comuni. Questo tipo di territorio, però, ha problemi legati al rischio di spopolamento per mancanza di prospettive di lavoro, invecchiamento della popolazione presente, non elevato grado di opportunità di istruzione.

Lo studio applicativo che si presenta propone un modello di Smart Villages per un territorio costiero italiano, quindi mediterraneo (Mediterranean Coastal Smart Villages), nel quale si sono scelte: alcune delle azioni principali proposte dalla Commissione, lo sfruttamento del potenziale risparmio energetico mediante interventi di riqualificazione sostenibile di costruzioni e infrastrutture, il turismo e la cultura come fonti prioritarie di lavoro e sviluppo economico.

L'azione principale è quella legata all'ottimizzazione dell'uso dell'energia e al conseguente impatto positivo ambientale ed economico per il territorio sparsamente abitato. In particolare si propone una sostituzione quasi totale delle fonti di energia con fonti di energie rinnovabili, sfruttando le potenzialità naturali del territorio.

La seconda azione è lo sfruttamento delle potenzialità turistiche legate alle ricchezze naturali e culturali. Questa seconda azione è fortemente legata al lavoro delle realtà locali, amministrative, turistiche, sportive e di volontariato, che nella nostra ricerca deve essere considerata solo una cornice indispensabile, ma che esula dalle nostre competenze.

Il territorio costiero, come tutto il territorio rurale italiano, è caratterizzato da un patrimonio infrastrutturale ed edilizio non efficiente che necessita di importanti interventi anche per il risparmio energetico. L'azione proposta prevede un forte sfruttamento di questo tipo di potenziale per avere un "territorio a consumo quasi zero" e non solo "edifici a consumo quasi zero". Chiaramente una proposta di questo tipo ha come conseguenza l'impatto positivo sull'ambiente, il risparmio economico per pubblico e privato e la virtuosa necessità di dover usufruire di mezzi e strumenti innovativi, altra azione peculiare per gli Smart Villages.

3.1. LA PROPOSTA DI MODELLO

Il modello proposto prevede nelle due fasi, Stato di Fatto e Stato di Progetto, una serie di analisi e azioni specifiche qui di seguito illustrate.

Lo stato di fatto

- (a) *Analisi ambientali* - caratteristiche climatiche, morfologiche e di peculiarità del sito per individuare le peculiarità naturali, per selezionare le fonti energetiche naturali e per inquadrare infrastrutture e patrimonio edilizio;

architectural characteristics and plant systems;

- (c) *Calculation of energy consumptions/needs* - quantitative data and/or estimates are used to determine the energy requirements (thermal and electrical) of the entire area under consideration;
- (d) *Final Considerations of the State of Fact* - The analyses of the state of fact make it possible to highlight the points on which to direct the actions of energy transformation, redevelopment of buildings, and to highlight the problems to be addressed with coordinated actions and with realistic, but stringent implementation times. In this phase of proposal synthesis it is essential that the Public Administrations, the residents and the representatives of the activities of the territory continuously compare and judge.

The state of project

- (e) *Choice of project strategies* - choice of the most appropriate innovative actions and technologies for the territory to achieve the overall objective, i.e. to transform the territory into a Smart Villages with almost zero consumption.
- (f) *Energy/economic balance* - the final energy balance is assessed using economic, environmental and social parameters.

3.2. THE PROPOSAL FOR THE GULF OF THE ISLAND IN LIGURIA

The territory studied is representative of many Ligurian coastal areas; it is identified as the “Gulf of the Island” and consists of the municipalities of Bergeggi, Spotorno, Noli and Vezzi Portio. This territory is interesting because it contains many environmental and energy potentialities and possible economic development, exploiting its intrinsic peculiarities and the typical development procedures proposed for the Smart Villages.

The Municipality of Bergeggi has an extension of 3.6 km², an altitude of about 110 m above sea level and just over 1100 inhabitants. The municipality of Spotorno develops almost entirely at a few meters above sea level, except on the eastern side where there are some reliefs, has an area of about 8 km² and 3800 inhabitants. Noli is a district consisting of the capital and two villages: Cough and Voze. Compared to the two previous municipalities, Noli has a much lower population density, developing over an area of about 10 km² and with just over 2700 inhabitants. Vezzi Portio is located in the immediate hinterland, consists of four villages, Portio, San Filippo, San Giorgio and

- (b) *Analisi tipologiche - caratteristiche tipologico delle costruzioni esistenti al fine di conoscerne le dimensioni, la forma, la data di costruzione, le caratteristiche costruttive-architettoniche e i sistemi impiantistici;*
- (c) *Calcolo dei consumi/fabbisogni energetici – mediante dati quantitativi e/o stime vengono determinati il fabbisogno energetico (termico ed elettrico) dell'intero contesto territoriale in esame;*
- (d) *Considerazioni finali dello Stato di Fatto - Le analisi dello stato di fatto permettono di evidenziare i punti su cui dirigere le azioni di trasformazione energetica, di riqualificazione delle costruzioni, e di mettere in luce le problematiche da affrontare con azioni coordinate e con tempi di realizzazione realistici, ma stringenti. In questa fase di sintesi propositiva è indispensabile il continuo confronto e giudizio da parte delle Amministrazioni Pubbliche, dei residenti e dei rappresentanti delle attività del territorio.*

Lo stato di progetto

- (e) *Scelta delle strategie progettuali - scelta delle azioni e delle tecnologie innovative più adeguate al territorio per raggiungere l'obiettivo complessivo, ossia trasformare il territorio in uno Smart Villages a consumo quasi zero.*
- (f) *Bilancio energetico/economico - si valuta il bilancio energetico finale con parametri economici, ambientali e sociali.*

3.2. LA PROPOSTA PER IL GOLFO DELL'ISOLA IN LIGURIA

Il territorio oggetto di studio è rappresentativo di molte zone costiere liguri; esso viene identificato come il “Golfo dell'Isola” ed è costituito dai Comuni di Bergeggi, Spotorno, Noli e Vezzi Portio. Tale territorio è interessante in quanto racchiude in sé molteplici potenzialità ambientali, energetiche e di possibile sviluppo economico, sfruttando proprio le sue peculiarità intrinseche e le tipiche procedure di sviluppo proposte per gli Smart Villages.

Il Comune di Bergeggi ha un'estensione di 3,6 km², un'altitudine di circa 110 m sul livello del mare e poco più di 1100 abitanti. Il Comune di Spotorno si sviluppa quasi interamente a pochi metri di altezza sul livello del mare, tranne il versante a levante in cui si trovano alcuni rilievi, ha una superficie di circa 8 km² e 3800 abitanti. Noli è una circoscrizione costituita dal capoluogo e da due frazioni: Tosse e Voze. Rispetto ai due precedenti Comuni, Noli ha una densità di popolazione molto più bassa, sviluppandosi su una superficie di circa 10 km² e con poco più di 2700 abitanti. Vezzi Portio si trova nell'immediato entroterra, si compone di quattro frazioni, Portio, San Filippo, San Giorgio e Magnone. Il Comune si estende su una superficie di circa 9,7 km² e conta approssimativamente 800 abitanti.

Lo stato di fatto

- (a) *Caratteristiche Ambientali*

Magnone. The municipality covers an area of about 9.7 km² and has about 800 inhabitants.

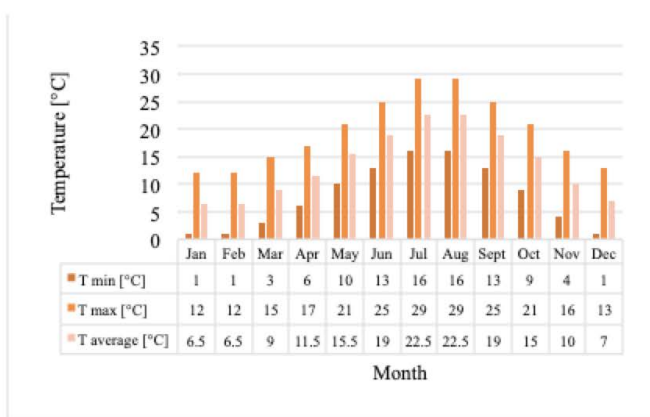
The state of fact

(a) Environmental Features

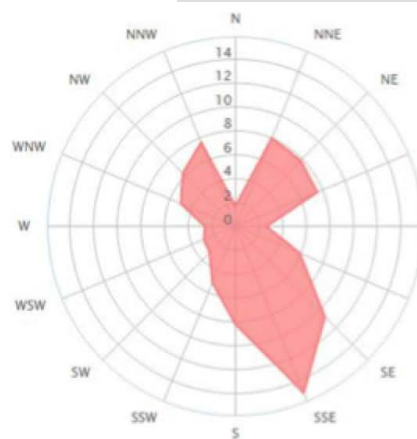
The entire Gulf of the island has a temperate Mediterranean climate, with dry summers and mild, often rainy winters. Data were collected on temperature, relative humidity, rainfall and the state of the sky. Greater attention was paid to the climatic characteristics most useful for the realization of the project presented, namely the wind regime and the solar diagram of the territory. The annual wind regime for the entire Gulf was obtained from the Spotorno weather station; the prevailing wind direction is from the South/South-East, followed by the North-East. The solar diagram was obtained from the Enea site where twelve days are represented, one for each month of the year.

L'intero Golfo dell'Isola ha un clima temperato mediterraneo, con estati secche e inverni miti e spesso piovosi. Sono stati raccolti i dati di temperatura, umidità relativa, precipitazioni e stato del cielo. Maggiore attenzione è stata posta per le caratteristiche climatiche più utili alla realizzazione del progetto presentato, ossia il regime dei venti e il diagramma solare del territorio. Il regime dei venti annuo per l'intero Golfo è stato ricavato dalla stazione meteo di Spotorno; la direzione prevalente del vento risulta quella da Sud/Sud-Est, seguita dalla direzione Nord-Est. Il diagramma solare è stato ricavato dal sito Enea dove sono rappresentate dodici giornate, una per ogni mese dell'anno.

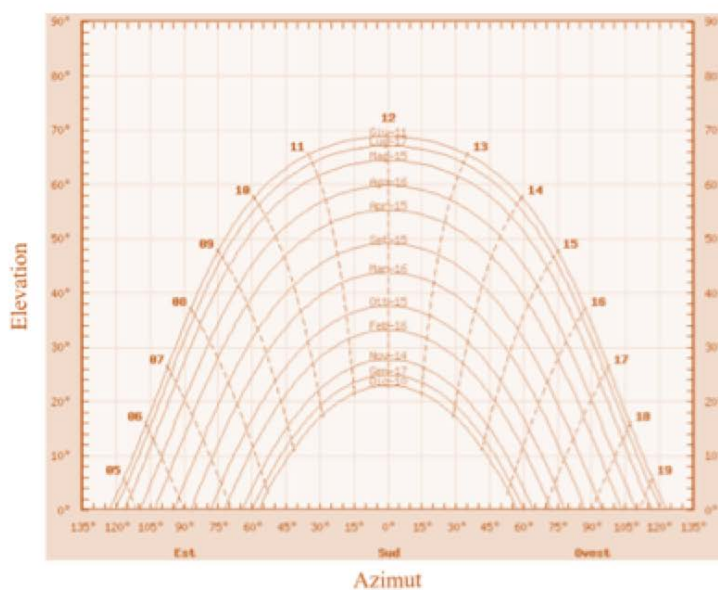
(b) Analisi tipologiche
Dato che si intende realizzare una stima dei consumi/fabbisogni energetici di un intero territorio dove sono presenti migliaia di costruzioni, si è adottato un metodo di classificazione tipologica delle costruzioni che fornisce i dati necessari per le successive analisi energetiche. A



(a)



(b)



(c)

Figure 4. The environmental characteristics: (a) temperature; (b) wind regime; (c) solar diagram.



Figure 5. The "Golfo dell'Isola" (Google® and AdobeStock®).

(b) Typological analysis

Since it is intended to estimate the energy consumptions/needs of an entire territory where there are thousands of buildings, a method of typological classification of buildings has been adopted that provides the data necessary for subsequent energy analyses. To this end, among the various methods of estimation in the bibliography (choose a reference that illustrates the different methods), we have chosen the method Tabula, Typology Approach for BUiLding stock energy Assessment [10] (Figure 6); it estimates energy consumption based on the types of buildings. For each European country, the

tal fine, tra i diversi metodi di stima presenti in bibliografia (scegliere un riferimento che illustri i diversi metodi), si è scelto il metodo Tabula, Typology Approach for BUiLding stock energy Assessment [10] (Figura 6); esso stima i consumi energetici in base alle tipologie edilizie. Per ogni paese europeo è fornita la "Tipologia Edilizia Nazionale", ossia una serie di "edifici-tipo" con caratteristiche energetiche tipiche, derivate dall'epoca di costruzione, dalle caratteristiche dell'involucro/impianto e da una fascia climatica media. Si ottiene così una matrice a otto righe (classi di epoca di costruzione) e da quattro colonne (classi di dimensione). Per ogni

“National Building Typology” is provided, i.e. a series of “typical buildings” with typical energy characteristics, derived from the time of construction, the characteristics of the envelope/plant and an average climate range. The result is a matrix of eight rows (classes of the time of construction) and four columns (classes of size). For each possible combination, an illustrative card is provided in which the following data are inserted: general information (climate zone, significant geometric data); information on the state of affairs (construction technologies and heating and domestic hot water systems); information on any changes (energy requalification or design variants). In this specific case, the number of buildings for each of the four size classes, the time of construction, the number of apartments and the above-ground floors were calculated. From these data it was possible to calculate the number of buildings of each period of construction of each municipality in the Gulf of the Island.

(c) Calculation of energy consumptions/needs

In order to have an overall estimate of the current energy demand of the entire territory considered, the total thermal and electrical requirements have been calculated, distinguishing between the requirements of public and private realities. For the former, the retrieval of information was relatively simple, since public administrations have the bills for all consumption. For the calculation of private realities, on the other hand, it was necessary to make qualitative estimates, as there are no precise numerical data available; two methods were used, one for the electrical part and the other for the thermal part.

The number of residents and the annual electricity consumption per capita from 2010 to 2012 in the province of Savona, data provided by ISTAT, were used to estimate electricity consumption. For the thermal requirements, the estimate of the residential thermal requirements of the four municipalities considered, calculated using the Tebula method, was considered representative. Once the matrix of the building types has been obtained, it is possible, in fact, to estimate the thermal consumption. In particular, it has been calculated:

- $Q_{h,p}$: the annual primary energy requirement for heating;
- $Q_{w,p}$: the annual primary energy requirement for domestic hot water;
- $Q_{h,w,p}$: the total annual primary energy requirement.

Finally, the indices of the energy requirements for heating and hot water have been summarised, obtained by multiplying the values of each energy requirement with those of the surfaces of each type of building (Figure 7).

possibile combinazione viene fornita una scheda illustrativa in cui sono inseriti i seguenti dati: informazioni generali (fascia climatica di appartenenza, dati geometrici significativi); informazioni sullo stato di fatto (tecnologie costruttive e impiantistiche di riscaldamento e acqua calda sanitaria); informazioni su eventuali modifiche (riqualificazioni energetiche o varianti progettuali). Nel caso specifico si è calcolato il numero di edifici per ognuna delle quattro classi dimensionali, l'epoca di costruzione, il numero di appartamenti, i piani fuori terra. Da questi dati è stato possibile calcolare il numero di edifici di ogni epoca di costruzione di ogni Comune del Golfo dell'Isola.

(c) Calcolo dei consumi/fabbisogni energetici

Per avere una stima complessiva della domanda energetica attuale dell'intero territorio considerato si sono calcolati i fabbisogni termici ed elettrici totali, distinguendo i fabbisogni delle realtà pubbliche e private. Per le prime, il reperimento delle informazioni è stato relativamente semplice, in quanto le pubbliche amministrazioni possiedono le bollette di tutti i consumi. Per il calcolo delle realtà private, invece, è stato necessario fare stime qualitative, in quanto non si hanno a disposizione dati numerici puntuali; si sono impiegati due metodi, uno per la parte elettrica e l'altro per quella termica.

Per stimare i consumi elettrici si sono usati il numero di abitanti residenti e i consumi di energia elettrica annua pro capite dal 2010 al 2012 della provincia di Savona, dati forniti dall'ISTAT. Per i fabbisogni termici si è considerata rappresentativa la stima del fabbisogno termico residenziale dei quattro comuni considerati calcolati mediante il metodo Tebula. Una volta ricavata la matrice delle tipologie edilizie, è possibile, infatti, stimare i consumi termici. In particolare è stato calcolato:

- $Q_{h,p}$: il fabbisogno annuo di energia primaria per il riscaldamento;
- $Q_{w,p}$: il fabbisogno annuo di energia primaria per l'acqua calda sanitaria;
- $Q_{h,w,p}$: il fabbisogno annuo totale di energia primaria.

Infine, sono stati riassunti gli indici del fabbisogno energetico per il riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria, ottenuti moltiplicando i valori di ciascun fabbisogno energetico con quelli delle superfici di ciascun tipo di edificio (Figura 7). Dopo aver analizzato la domanda di energia termica ed elettrica di ciascun Comune si è valutato il fabbisogno energetico annuale dell'intero territorio (Figura 8). I risultati ottenuti confermano che i consumi sono proporzionali alle dimensioni di ciascun Comune, come ci si potrebbe aspettare, il Comune di Spotorno, con il maggior numero di residenti e abitazioni, ha i consumi più elevati, mentre Vezzi Portio ha i consumi più bassi. In conclusione, la domanda annua di energia elettrica è stimata in 36004 MWh e l'energia termica è stimata in 229793 MWh.

(d) Considerazioni finali dello Stato

	Single or double family buildings	Terraced buildings	Multi-family buildings	Blocks buildings
1 – Until 1900				
2 – 1901 - 1920				
3 – 1921 - 1945				
4 – 1946 - 1960				
5 – 1961 - 1975				
6 – 1976 - 1990				
7 – 1991 - 2005				
8 – After 2005				

Figure 6. “Italian Construction Typology Matrix”, with average climate area (riferimento documento di TABULA).

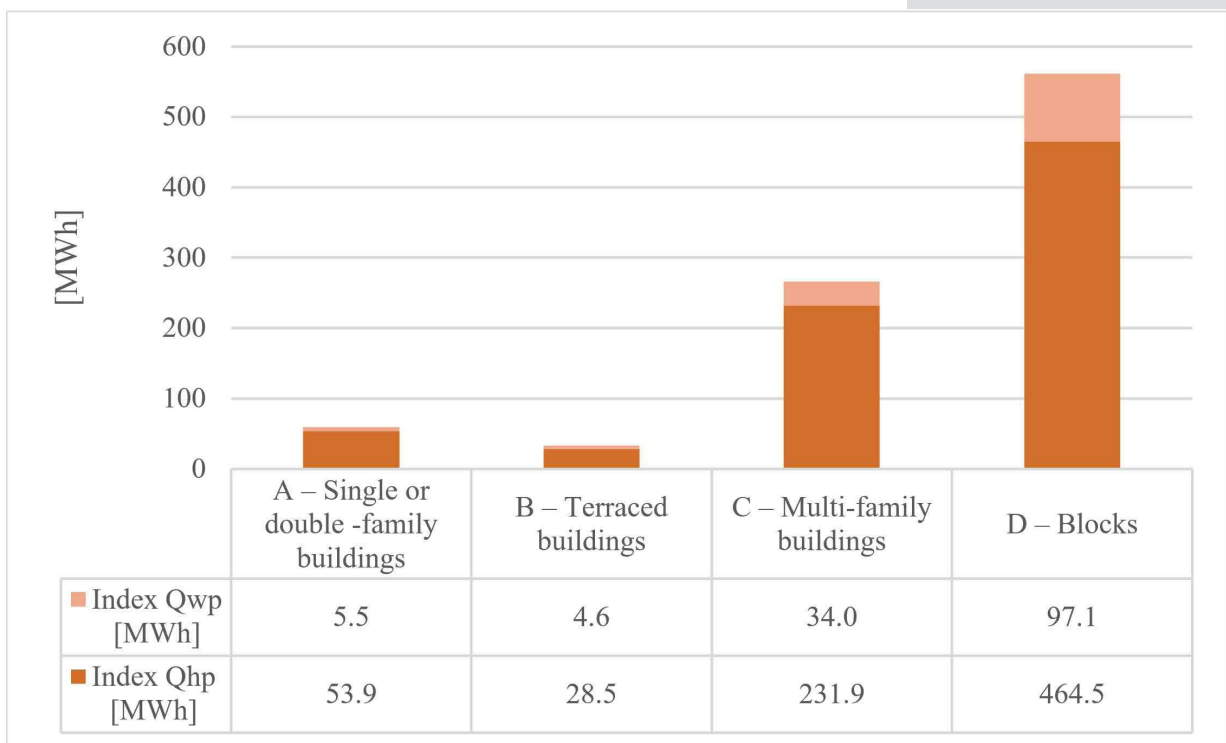


Figure 7. Indices of energy demands by building type.

After analysing the thermal and electrical energy demand of each municipality, the annual energy demand of the entire territory was assessed (Figure 8). The results obtained confirm that the consumption is proportional to the size of each municipality, as one might expect, the municipality of Spotorno, with the largest number of residents and homes, has the highest consumption, while Vezzi Portio has the lowest consumption. In conclusion, the annual electricity demand is estimated at 36004 MWh and the thermal energy is estimated at 229793 MWh.

di Fatto

Le analisi di dettaglio dello stato di fatto hanno permesso di evidenziare i punti su cui dirigere le azioni di riqualificazione; si è deciso di suddividere il territorio in base agli interventi per lo sfruttamento delle energie rinnovabili più promettenti, sviluppando contemporaneamente un progetto di riqualificazione del patrimonio costruito per ottimizzare il risparmio energetico e quindi facilitare il raggiungimento di un territorio a consumo quasi zero.

Lo stato di progetto

(e) Scelta delle strategie progettuali

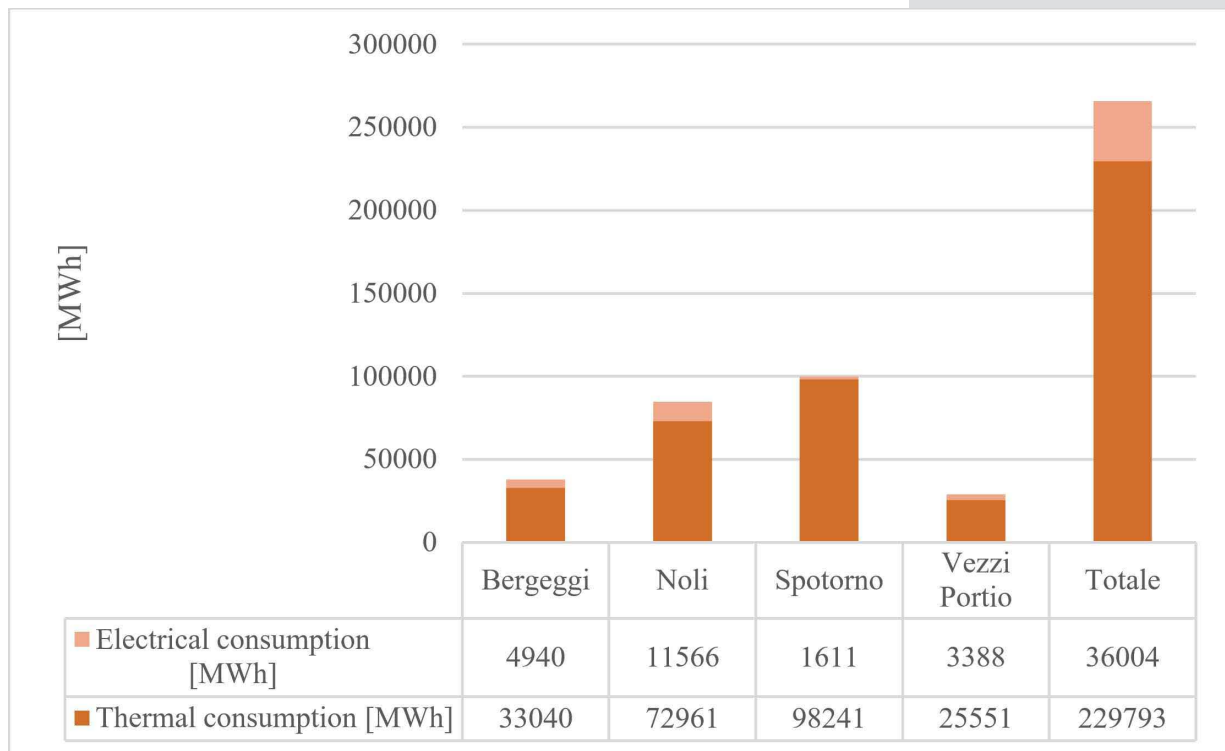


Figure 8. Annual energy demand of Golfo dell'Isola.

(d) Final considerations of the state of fact

The detailed analysis of the state of fact has shown where the requalification actions should be directed; in particular, it was decided to divide the territory based on the best solution for the use of renewable energies, at the same time developing a requalification project for the existing buildings to optimize energy savings and thus facilitate the achievement of a territory with near zero consumption.

The state of project

(e) Choice of the project strategies

To try to make the Gulf of the Island “almost” energy self-sufficient, the following renewable sources have been considered (Figure 9):

Per cercare di rendere il Golfo dell'Isola energeticamente “quasi” autosufficienti, si sono considerate le seguenti fonti rinnovabili (Figura 9):

- *Energia solare fotovoltaica: al fine di quantificare l'energia da fotovoltaico si è effettuato un censimento di tutte le coperture del territorio in esame per fornire una stima del totale potenziale d'installazione del territorio. Ogni copertura è stata rilevata ed è stato indicato: il tipo di copertura, l'orientamento, l'esposizione delle falde prevalenti, la superficie delle falde o porzioni di copertura piana sfruttabili.*
- *Biomassa vegetale: si è partiti dai dati dell'INFC (Inventario Nazionale delle foreste e dei serbatoi Forestali di Carbonio), che indicano che la Liguria è ben al di sopra della media nazionale, con circa 1.500 fusti per ettaro rispetto alla media nazionale di 1.364. Inoltre, i dati della copertura territoriale*

- Photovoltaic solar energy: in order to quantify the energy from photovoltaics, a census of all the covers of the territory in question was carried out to provide an estimate of the total potential for installation of the territory. Each roof was surveyed and indicated: the type of roof, the orientation, the exposure of the prevailing layers, the surface of the layers or portions of flat roof that can be exploited.
- Forest biomass: we started from INFC (National Inventory of Forests and Carbon Reservoirs) data, which indicate that Liguria is well above the national average, with about 1,500 drums per hectare compared to the national average of 1,364. Moreover, the data of the territorial coverage show that the Ligurian forest is in continuous expansion, even if at a very slow rate. In particular, it can be seen that in the last ten years it has gone from 374,768 (ha) to 397,531 (ha) with an annual growth rate of about 2,270 (ha). From the data collected it was possible to estimate the electrical and thermal power that can be generated in the territory itself and that can be used by a district heating network.

Biomass consists of a range of organic, plant and animal materials from which energy can be extracted. The chemical energy contained in these substances can be transformed into different energy carriers, electricity, heat, biofuels. The whole of these materials is rather heterogeneous and therefore impossible to group in a single set. Some main families can be distinguished: vegetable biomass (from woodland material, from plant crops, from wood industry residues, from agricultural activities); waste biomass (from material with a special biological matrix, from the biogenetic fraction of municipal solid waste, from organic waste); animal biomass from livestock farms.

- Biomass from organic waste: given the comforting growth in the production of waste from separate collection, it is certainly a great opportunity to transform a waste, which is often one of the non-recyclable parts, into a recycled product, reusable, able to significantly reduce CO₂ emissions. In light of these considerations, it was decided to install a biodigester for the production of biogas and compost in the territory of Spotorno.
- Energy from the waves of the sea: the Mediterranean is a relatively closed sea and as such is characterized by a marine circulation with temperature gradients and salinity significantly weaker than the oceanic ones. These characteristics limit the number of energy sources available in the Mediterranean to two: currents and tidal waves. However, the waves are also influenced by the small size of the basin and are in fact characterized by lower heights and periods than the oceanic ones. A recent estimate of

mostrano come la foresta ligure sia in continua espansione, anche se ad un ritmo molto lento. In particolare si evince che negli ultimi dieci anni è passata da 374.768 (ha) a 397.531 (ha) con un tasso di crescita annuo di circa 2.270 (ha). Dai dati raccolti è stato possibile stimare la potenza elettrica e termica che può essere generata nel territorio stesso e che può essere utilizzata da una rete di teleriscaldamento. La biomassa è costituita da una gamma di materiali organici, vegetali e animali da cui è possibile estrarre energia. L'energia chimica contenuta in queste sostanze può essere trasformata in diversi vettori energetici, elettricità, calore, biocarburanti. L'insieme di questi materiali è piuttosto eterogeneo e quindi impossibile da raggruppare in un unico insieme. Si distinguono alcune famiglie principali: biomassa vegetale (da materiale boschivo, da colture vegetali, da residui dell'industria del legno, da residui di attività agricole); biomassa da rifiuti (da materiale a matrice biologica speciale da frazione biogenetica dei rifiuti solidi urbani, da rifiuti organici provenienti da reti fognarie); biomassa animale da allevamenti.

- *Biomassa da rifiuti organici: data la confortante crescita nella produzione di rifiuti da raccolta differenziata, è sicuramente una grande opportunità per trasformare un rifiuto, che spesso è una delle parti non riciclabili, in un prodotto riciclato, riutilizzabile, in grado di ridurre significativamente le emissioni di CO₂. Alla luce di queste considerazioni, si è deciso di installare un biodigester per la produzione di biogas e compost nel territorio di Spotorno.*
- *Energia dalle onde del mare: il Mediterraneo è un mare relativamente chiuso e come tale è caratterizzato da una circolazione marina con gradienti di temperatura e salinità significativamente più deboli di quelli oceanici. Queste caratteristiche limitano il numero di fonti energetiche disponibili nel Mediterraneo a due: correnti e onde di marea. Tuttavia, le onde sono influenzate anche dalle piccole dimensioni del bacino e sono infatti caratterizzate da altezze e periodi più bassi rispetto a quelli oceanici. Una recente stima del potenziale energetico del moto ondoso lungo le coste italiane condotta dall'ENEA. Per il presente studio per valutare il potenziale energetico ottenuto dal moto ondoso viene utilizzata la MAREENERGY (sito realizzato da RSE - Ricerca Sistema Energetico). Fornisce valori di potenza media nelle varie aree marine con l'obiettivo di accelerare lo sviluppo dell'uso dell'energia marina in Italia. Per ogni caso specifico il modello Marenergy stima una potenza media annua di 6,92 kW/m e un'energia media annua di 55,31 MWh nella fascia costiera da Portofino a Ventimiglia.*

the energy potential of wave motion along the Italian coasts conducted by ENEA. For the present study, MAREENERGY (a site developed by RSE - Ricerca Sistema Energetico) is used to evaluate the energy potential obtained from wave motion. It provides average power values in the various marine areas with the aim of accelerating the development of the use of marine energy in Italy. For each specific case, the Marenergy model estimates an average annual power of 6.92 kW/m and an average annual energy of 55.31 MWh in the coastal strip from Portofino to Ventimiglia

- Wind energy: Establishing the ideal site for the installation of wind turbines above 5 kW is probably one of the main factors preventing the large-scale development of renewable wind energy. In order to obtain a fair production of electric energy, we tend to prefer medium or large size turbines, but the inclusion of these in the territory leads to the modification of various environmental factors, often not allowed by the landscape or geomorphological characteristics. In order to calculate the wind potential in the Gulf territories, it was decided to identify only the potential points compatible with the environmental characteristics and to carry out a detailed analysis. First of all, it was necessary to identify which type and which particular models of wind turbines to use in order to be able to

• *Energia dal vento: stabilire il sito ideale per l'installazione di turbine eoliche di potenza superiore a 5 kW è probabilmente uno dei principali fattori che impediscono lo sviluppo su larga scala dell'energia eolica rinnovabile. Al fine di ottenere una produzione equa di energia elettrica, si tende a preferire turbine di medie o grandi dimensioni, ma l'inserimento di queste nel territorio porta alla modificazione di vari fattori ambientali, spesso non consentiti dalle caratteristiche paesaggistiche o geomorfologiche. Per calcolare il potenziale eolico nei territori del Golfo, si è deciso di individuare solo i punti potenziali compatibili alle caratteristiche ambientale e per quelli eseguire un'analisi di dettaglio. Innanzitutto è stato necessario individuare quale tipo e quali modelli particolari di turbine eoliche utilizzare per poter scegliere con maggiore consapevolezza le coordinate geografiche in cui collocarli. L'ipotesi è stata quella di prevedere l'installazione di turbine di medie e mini dimensioni; questa scelta è stata presa per diversi motivi: in primo luogo, la volontà di dimostrare la differenza di produzione annua che si può ottenere con l'utilizzo di macchine di diverse dimensioni; in secondo luogo, la maggiore libertà di posizionare pale con un asse verticale inferiore a 5 kW,*

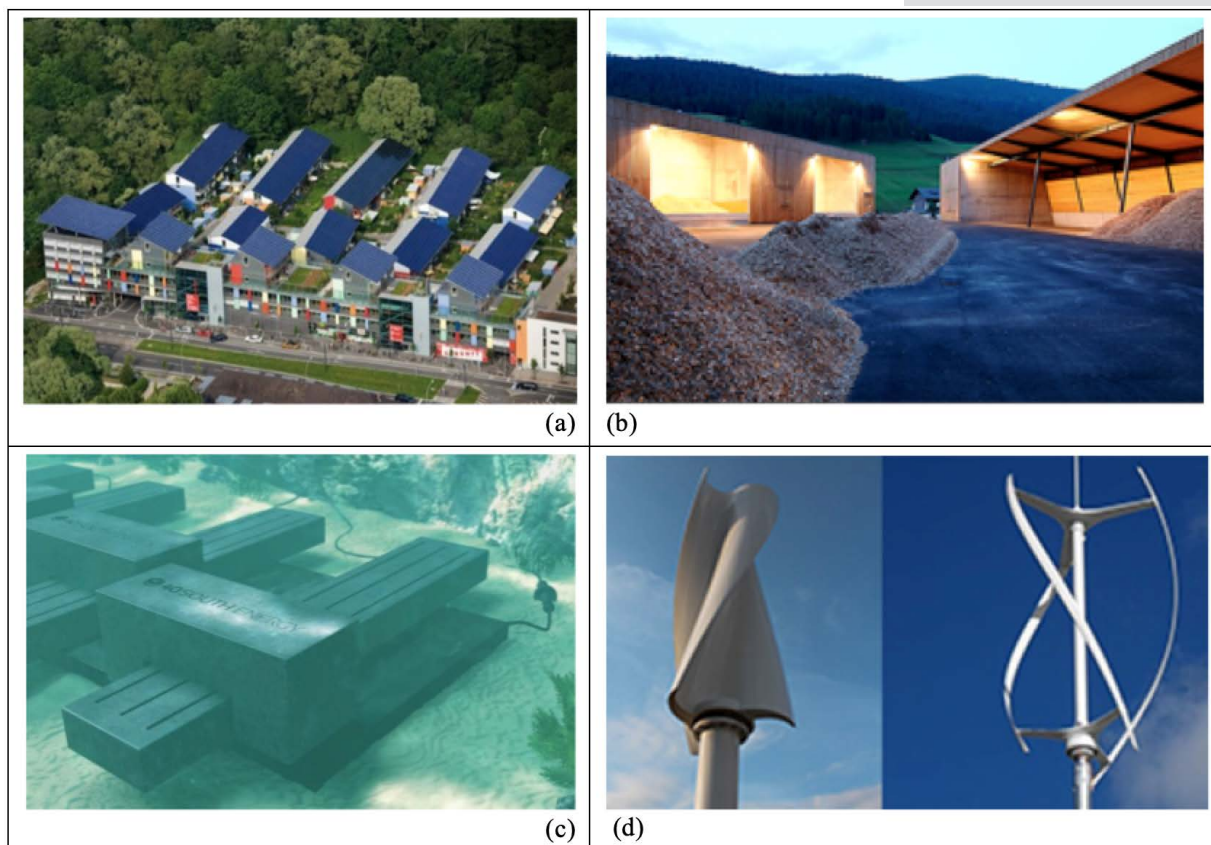


Figure 8. Examples of installations of renewable energy: (a) district with photovoltaic panels on the roof; (b) District heating from forest biomass; (c) device for producing energy from wave motion (H24 - 40 South Energy); (d) Vertical axis wind turbines.

choose with greater awareness the geographical coordinates in which to place them.

The hypothesis was to provide for the installation of medium and mini sized turbines; this choice was taken for several reasons: first, the desire to demonstrate the difference in annual production that can be achieved with the use of machines of different sizes; second, the greater freedom to position blades with a vertical axis of less than 5 kW, because they can be installed with ease.

4. RESULTS - ENERGY/ECONOMIC BALANCE

The energy balance between supply and demand is the tool to evaluate how close one is to energy self-production, the main objective of the Smart Villages model for the Mediterranean coastal territory.

The results obtained, without considering the hypothesis of energy requalification of the building heritage, show how the installation of renewable energy sources can balance a part of the thermal energy demand and the totality of the electrical energy demand (Figure 10). Moreover, the supply of biomass energy, which in this project is the only source from which thermal energy is produced, is significantly lower than the production of electricity, but still represents a good percentage of coverage.

It is observed that:

- the forest biomass supply has been used only for the needs of the public buildings in Noli. The potential of this renewable source is much greater;

perché possono essere installate con facilità.

4. RISULTATI - BILANCIO ENERGETICO/ECONOMICO

Il bilancio energetico tra domanda e offerta è lo strumento per valutare quanto si è prossimi alla autoproduzione energetica, obiettivo principale del modello dello Smart Villages per il territorio costiero mediterraneo.

I risultati ottenuti, senza considerare l'ipotesi di riqualificazione energetica del patrimonio delle costruzioni, mostrano come l'installazione di fonti di energia rinnovabile possa bilanciare una parte della domanda di energia termica e la totalità del fabbisogno di energia elettrica (Figura 10). Inoltre, l'offerta di energia da biomassa, che in questo progetto è l'unica fonte da cui si ottiene la produzione di energia termica, è significativamente inferiore alla produzione di energia elettrica, ma rappresenta comunque una buona percentuale di copertura.

Si osserva che:

- *l'approvvigionamento da biomassa forestale è stato utilizzato solo per le esigenze degli edifici pubblici di Noli. Il potenziale di questa fonte rinnovabile è molto maggiore;*
- *l'alimentazione da onde marine può essere aumentata a seconda del numero di impianti e delle loro prestazioni. Le valutazioni qui riportate sono basse e per un numero molto basso di impianti;*
- *l'approvvigionamento di energia eolica è fortemente influenzato dai vincoli ambientali della zona. Il suo utilizzo può essere considerato come un contributo di "supporto", ma non fondamentale.*

Come ulteriore ottimizzazione dell'applicazione del metodo si è

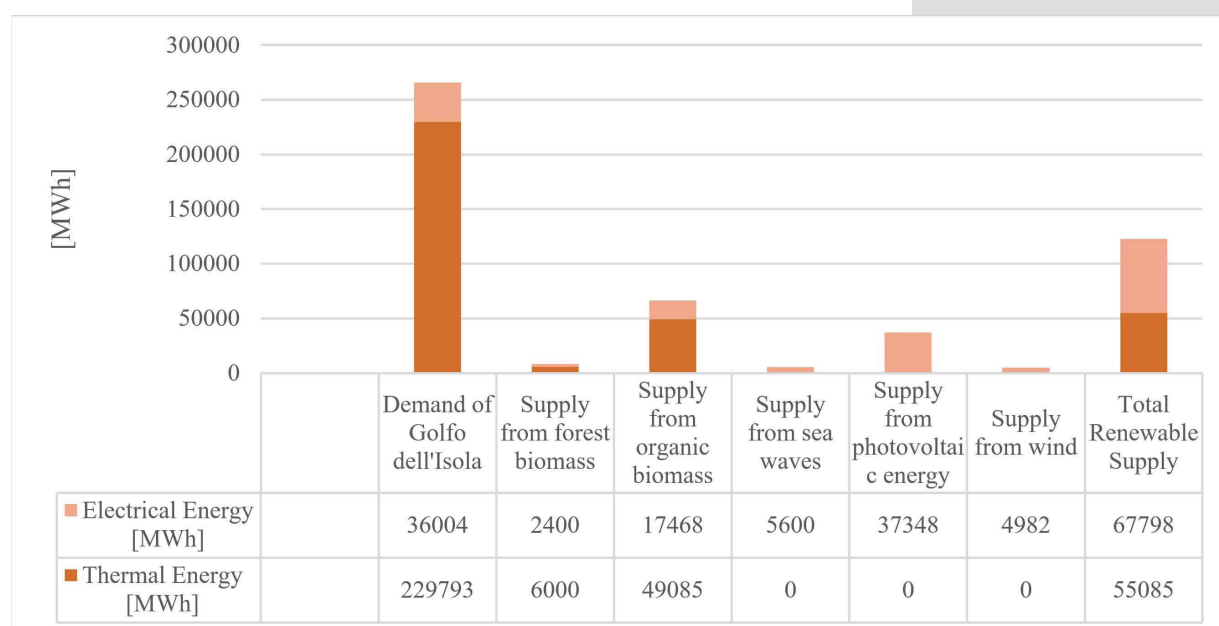


Figura 10. First energy balance of Golfo dell'Isola: before optimisation of the requalification proposals.

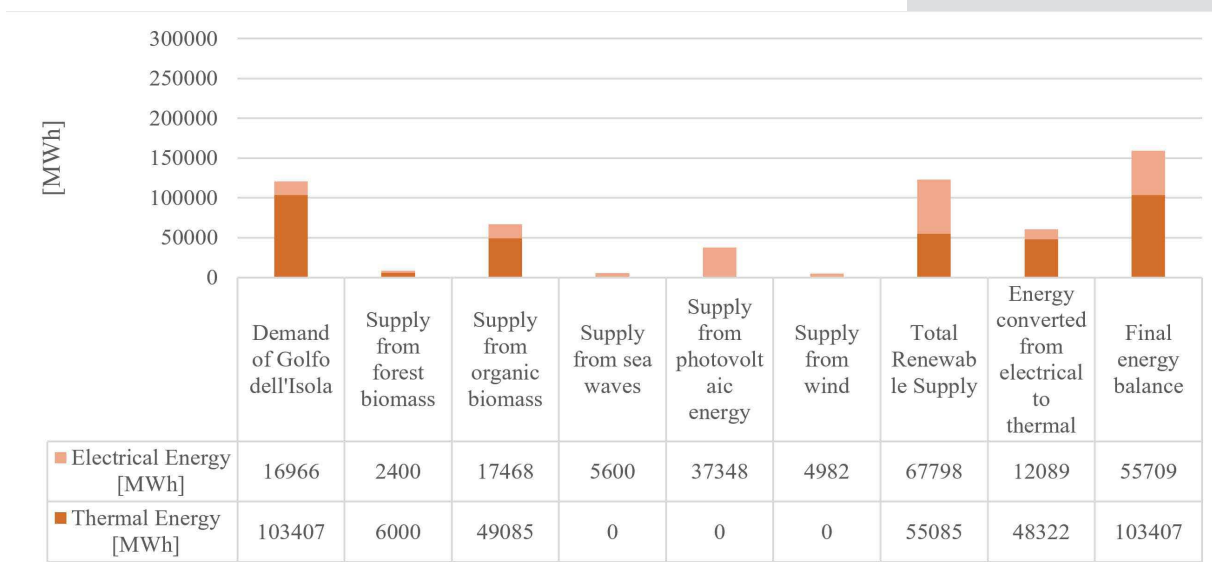


Figure 11. Final energy balance of Golfo dell'Isola: after energy refurbishment interventions and the conversion of the excess of electricity production into thermal energy.

- the supply from marine waves can be increased depending on the number of installations and their performance. The ratings given here are low and for a very low number of installations;
- the supply of wind energy is strongly influenced by the environmental constraints of the area. Its use can be considered as a contribution of “support”, but not fundamental.

As further optimisation of the application of the method, an assessment was made of how much the energy balance can be improved by considering: the energy savings obtained through energy requalification interventions, the conversion of the excess production of electricity into thermal energy and the consequent even greater reduction in consumption. The results obtained in this last phase of the study are very comforting, as they could reach the realization of a territory with a positive balance (Figure 11).

5. FINAL CONSIDERATIONS

In this work, the theme of Smart Villages, a sector for the innovative development of sparsely urbanized areas proposed by the European Commission, has been addressed, based on the actions and principles of Smart Cities; in particular, a model has been proposed for the Mediterranean Coastal Smart Villages where the particular Mediterranean coastal environment, the tourist and cultural potential and the need for a deep redevelopment of the built heritage are the main actors of the proposal, along with the principles of sustainability and innovation. The final objective of this model is to achieve energy self-sufficiency, with a consequent reduction in CO₂ emissions, optimisation of

eseguita la valutazione di quanto il bilancio energetico possa essere migliorato considerando: il risparmio energetico ottenibile attraverso gli interventi di riqualificazione energetica, la conversione dell'eccesso di produzione di energia elettrica in energia termica e la conseguente ancora maggiore riduzione dei consumi. I risultati ottenuti in quest'ultima fase dello studio sono molto confortanti, in quanto potrebbero raggiungere la realizzazione di un territorio a bilancio positivo (Figura 11).

5. CONSIDERAZIONI FINALI

In questo lavoro si è affrontato il tema dello Smart Villages, settore per lo sviluppo innovativo dei territori poco urbanizzati proposto dalla Commissione Europea, basandosi sulle azioni e i principi della Smart Cities; in particolare si è proposto un modello per lo Mediterranean Coastal Smart Villages dove il particolare ambiente costiero mediterraneo, le potenzialità turistiche e culturali e l'esigenza di una profonda riqualificazione del patrimonio costruito sono gli attori principali della proposta, insieme ai principi della sostenibilità e dell'innovazione. Questo modello ha come finale obiettivo il raggiungimento dell'autosufficienza energetica, con conseguente riduzione delle emissioni di CO₂, ottimizzazione delle condizioni di vita, aumento delle prospettive economiche e di lavoro dell'intero territorio.

Il modello è stato applicato a uno specifico territorio costiero italiano, “il Golfo dell'Isola”, territorio del ponente ligure che comprende i Comuni di Bergeggi, Spotorno, Noli e Vezzi Portio, nei quali si ha una popolazione sparsa di circa 8500 abitanti e un territorio di 35 km². I risultati ottenuti, considerando le diverse fonti di energia rinnovabile sfruttabili grazie alle peculiarità territoriali, ipotizzando l'adeguata riqualificazione energetica del

living conditions and an increase in the economic and working prospects of the entire territory.

The model has been applied to a specific Italian coastal territory, “the Gulf of the Island”, a western Ligurian territory that includes the municipalities of Bergeggi, Spotorno, Noli and Vezzi Portio, in which there is a scattered population of about 8500 inhabitants and a territory of 35 km². The results obtained, considering the different sources of renewable energy that can be exploited thanks to the territorial peculiarities, hypothesizing the adequate energy requalification of the building heritage and proposing an innovative conversion and management of the production of energy produced, allow to reach, not only a balance between energy demand and supply of the whole territory, but even a positive balance that would allow to sell the excess energy. This is due to the overproduction of electricity, which is so high as to be able to satisfy the greater demand for thermal energy and at the same time be sold for a further overabundance of production.

The results obtained suggest that the four Ligurian municipalities could be made independent from fossil fuels. The positive consequences of this approach are manifold, the use of local resources, the opportunity to implement innovative measures, the maintenance of the local natural territory, hydrogeological prevention, the reduction of the risk of fires, the use of the territory by tourists, the conservation of biodiversity, etc..

6. REFERENCES

- [1] https://enrd.ec.europa.eu/smart-and-competitive-rural-areas/smart-villages/smart-villages-portal_en
- [2] <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/RCI/#?vis=maritime.gen&lang=en>
- [3] <https://enrd.ec.europa.eu/>
- [4] Lytras, M. D. and Visvizi, A., Sustainable Smart Cities and Smart Villages Research, Editor MDPI, Basel, Switzerland, 2018
- [5] Cork 2.0 Declaration 2016, a Better Life in Rural Areas. Available online: https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/events/2016/rural-development/cork-declaration-2-0_en.pdf.
- [6] AA.VV., Methodological manual on territorial tipologies, Eurostat, 2018.
- [7] https://enrd.ec.europa.eu/news-events/news/ep-intergroup-smart-villages_en
- [8] https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/rural-development-2014-2020/looking-ahead/rur-dev-small-villages_en.pdf
- [9] <http://www.pilotproject-smartvillages.eu/>
- [10] Corrado, V., Ballarini, I., Corgnati, S.P., [2014]. Progetto TABULA - Fascicolo sulla tipologia edilizia italiana, Politecnico di Torino - Dipartimento Energia - Gruppo di ricerca TEBE.

patrimonio costruttivo e proponendo un'innovativa conversione e gestione della produzione di energia prodotta, permettono di raggiungere, non solo un equilibrio tra domanda e offerta energetica dell'intero territorio, ma addirittura un bilancio positivo che permetterebbe di vendere l'energia in eccesso. Ciò è dovuto alla sovrapproduzione di energia elettrica che è così elevata da poter soddisfare la maggiore richiesta di energia termica e allo stesso tempo essere venduta per un'ulteriore sovrabbondanza di produzione. I risultati ottenuti suggeriscono che i quattro Comuni liguri potrebbero essere resi indipendenti dai combustibili fossili. Le conseguenze positive di questo approccio sono molteplici, l'utilizzo delle risorse locali, l'opportunità di attuare misure innovative, il mantenimento del territorio naturale locale, la prevenzione idrogeologica, la riduzione del rischio di incendi, l'utilizzo del territorio da parte dei turisti, la conservazione della biodiversità, ecc...