

Eliana Cangelli, Serena Baiani, Maurizio Sibilla, Roberta Rotondo,  
Dipartimento Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura, Sapienza Università di Roma

eliana.cangelli@uniroma1.it  
serena.baiani@uniroma1.it  
maurizio.sibilla@uniroma1.it  
roberta.rotondo@uniroma1.it

**Abstract.** La ricerca, caratterizzata da un approccio multidisciplinare, si pone come contributo per la valorizzazione e la ricomposizione territoriale di aree ecologicamente sensibili, quali i parchi regionali.

I parchi sono luoghi di conservazione e potenziamento di servizi ecosistemici, ma anche areali vasti e soggetti a diversi livelli di antropizzazione.

In quest'ottica, il contributo individua nell'infrastrutturazione energetica – secondo il modello di Micro Rete locale – un potenziale strumento di valorizzazione di ambiti insediativi di margine. Lo studio indaga le interazioni tra ambiti territoriali, vocazioni e compatibilità energetiche del contesto, esplicitando classi, sistemi e componenti tecnologiche che entrano in gioco nella caratterizzazione locale della Micro Rete. I risultati propongono un modello organizzato, ampliabile e modificabile, quale strumento di supporto decisionale alla costruzione di un'infrastruttura energetica sostenibile, coerente con i caratteri ambientali del contesto e compatibile con gli obiettivi di tutela paesaggistica dei luoghi.

**Parole chiave:** Parchi Regionali, Fonti Rinnovabili, Sistemi Energetici Sostenibili, Innovazione tecnologica, Micro Reti Locali

## Energia da produrre, ambiente da tutelare e paesaggi da rigenerare

Le politiche e le strategie dell'Europa per la diffusione delle energie rinnovabili rappresentano un volano per lo

sviluppo (Commissione Europea, 2010a; 2010b), ma amplificano anche le questioni connesse al loro delicato processo di integrazione. L'incremento prospettato dalle linee programmatiche, comporta la risoluzione di una serie di criticità, tra queste le relazioni tra lo sviluppo delle fonti rinnovabili e le qualità ambientali e paesaggistiche. Il tema acquista una maggiore specificità se riferito al mandato dell'Ente Parco Regionale<sup>1</sup>.

I Parchi Regionali, in Italia, rappresentano ambiti di territorio, di area vasta, in cui è prioritario il mandato di conservazione e potenziamento delle categorie di servizio ecosistemico: supporto alla vita, approvvigionamento, regolazione e valori culturali (MEA, 2005). Negli anni il termine “conservazione” è stato ra-

dicalmente innovato (Giacomini, 2002; Giuntarelli, 2008) e con il passaggio dal concetto di “risorse vincolate” a “risorse per lo sviluppo”, è stata possibile una rigenerazione dei rapporti tra comunità locali e aree protette, permettendo una rapida estensione e diffusione di queste ultime sul territorio europeo.

Se, da un lato, la dinamica attivata ha portato a un aumento quantitativo delle aree protette, tale aumento ha implicato un più delicato contatto tra aree perimetrali a vocazione ecologica e aree interessate da forti processi di urbanizzazione. In questo modo, si è determinato un aumento delle problematiche relative alle interazioni tra aree protette, spazi rurali e spazi urbani (Piva, 2005; Tellone, 2007).

Lo stesso concetto di servizio ecosistemico si è esteso a un'interazione più complessa tra infrastrutture naturali ed antropiche, individuando nei sistemi energetici un importante ruolo di connessione (MEA, 2005).

In questa ottica il tema dell'integrazione e della diffusione delle fonti rinnovabili acquista un nuovo potenziale ruolo ordinatore, che, oltre a rispondere agli indirizzi dell'Unione Europea in materia energetica, prospetta una rigenerazione, sotto il profilo socio-economico dei sistemi locali (Legambiente, 2012).

Un'operazione complessa che, come sottolineato dallo studio dalle Accademie Svizzere delle Scienze e la Rete Alpina delle Aree Protette<sup>2</sup>, sono proprio i Parchi Regionali con il loro diversificato livello di infrastrutturazione antropica ad affrontare la situazione più ostica: da un lato, i margini di manovra nei processi di integrazione delle fonti rinnovabili è maggiore, rispetto ai Parchi Nazionali, ma al tempo stesso maggiori sono le incertezze e i possibili rischi di conflitti, sia a livello di comunità locale, sia a livello di sovrapposizioni istituzionali, che rendono

## Eco Power Parks. Energy Development of Regional Parks

**Abstract.** The research is characterized by a multidisciplinary approach and focuses on the territorial consolidation and development of environmentally sensitive areas, like regional parks. Parks are places where ecosystem elements are preserved and improved, but also vast ranges characterized by various human activities and interaction levels. Within this context, the disciplinary contribution focuses on energy infrastructure – with the aim of identifying the features of the Micro Local Network – as a potential tool for the development and reconstruction of marginal settlements. The study investigates interactions of pieces of territory, vocations and energy sustainability of the context, providing classes, systems and technological components typical of the Micro Local Network. The results propose a pre-arranged, expandable and changeable model, as decisional support instrument for carrying

out an energy sustainable infrastructure consistent with the environmental characteristics of the context, and compatible with landscape protection goals.

**Keywords:** Regional Parks; Renewable Energies; Sustainable Energy Systems; Technological Innovation; Micro Local Network

**Energy to produce, environment to defend and landscapes to regenerate** European policies and strategies to spread renewable energies are a driving force for development (European Commission, 2010a; 2010b), but they also expand the questions linked with their delicate integration process. The increase presented in the programmatic framework implies solution of a series of problems such as relations between development of renewable sources and landscape environmental qualities.

That is a specific theme with reference to the mandate of the Regional Park Authority<sup>1</sup>. In Italy, regional parks are portions of territory, of vast areas, whose main purposes are conservation and strengthening of ecosystem service categories: life support, supply, regulation and cultural values (MEA, 2005). Over the years, the word “conservation” has acquired a totally new meaning (Giacomini, 2002; Giuntarelli, 2008). By switching from the concept of “restricted resources” to “development resources”, it was possible to regenerate relations between local communities and protected areas, and the latest were quickly expanded and spread in the European territory. On the one hand, this trend led to an increase of protected areas in terms of quantity; on the other hand, such increase implied delicate contact between perimetral areas with ecologi-

difficile l'attuazione di una linea strategica efficace (Accademie Svizzere delle Scienze, 2011). La sintesi del lavoro svolto dalle Accademie Svizzere porta a sottolineare che la situazione dei singoli Parchi è troppo dissimile per la costruzione di un profilo unitario, non solo sul piano europeo, ma anche all'interno dei confini nazionali. L'indirizzo di innovazione che viene indicato è la necessità per ogni Ente Parco di affrontare il tema, auspicando lo sviluppo di regolamenti misurati sulle realtà locali e la formulazione di obiettivi e piani energetici specifici.

Il progetto di ricerca "Eco-Power Park. Infrastrutturazione energetica dei Parchi Regionali"<sup>3</sup> si pone in continuità con questo processo di definizione di regole misurate sulle vocazioni territoriali locali, partendo dalla lettura di tre casi di studio rappresentativi di specifiche condizioni locali - quali il Parco del Ticino Lombardo, il Parco di S. Rossore Migliarino Massaciuccoli e il parco delle Madonie. Tre areali distinti, diversi per dimensione, organizzazione territoriale, condizione geografica climatica e per rapporto tra aree sensibili e insediamenti<sup>4</sup>. Ma anche tre aree, che in diversa misura hanno attivato azioni per la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili, partendo dalla valutazione della compatibilità tecnologica con le proprie vocazioni ambientali e le proprie forme di organizzazione territoriale.

Nonostante le interessanti sperimentazioni condotte, come ad esempio il progetto europeo *Wise Plans*<sup>5</sup>, le proposte non prendono in considerazione i potenziali scenari offerti da un nuovo modello infrastrutturale: la Micro Rete (MR). L'articolo illustra le potenzialità del nuovo modello e propone la lettura dei passaggi significativi che hanno portato alla configurazione di una serie di componenti della MR. In conclusione si arriva a prospettare un'organizzazione ordinata delle componenti esaminate,

definendo un modello organizzativo - decisionale adattabile e modificabile, che apre nuovi ambiti di ricerca.

### **L'infrastrutturazione energetica dei Parchi Regionali. Strumenti e profili metodologici**

La tesi alla base dello studio individua nella Micro Rete il potenziale apparato infrastrutturale in grado di contribuire al processo di valorizzazione e ricomposizione territoriale, ritenendo che la dimensione micro e la logica di rete siano tecnologie appropriate per ambiti territoriali con forti variazioni di sensibilità ecologica, quali i Parchi Regionali.

Di seguito si descrivono i passaggi significativi del lavoro che, partendo da un confronto diacronico tra i casi di studio rappresentativi, hanno richiesto la messa a punto di strumenti di analisi per l'attuazione di obiettivi specifici:

a - Lettura dell'organizzazione dell'uso del suolo e livelli di naturalità finalizzata alla costruzione di mappe in grado di connettere in forma sintetica la composizione territoriale con il livello di naturalità<sup>6</sup>.

b - Lettura delle vocazioni territoriali e profili di eco-compatibilità delle energie rinnovabili finalizzata sia alla rappresentazione sintetica delle vocazioni energetiche dei casi di studio in termini qualitativi, quantitativi e distributivi delle risorse; sia al censimento dei parametri per valutazione dell'eco compatibilità delle tecnologie a disposizione<sup>7</sup>.

c - Costruzione di profili energetici di ricomposizione territoriale al fine di indagare come le informazioni spaziali e ambientali, che si manifestano al variare della scala di osservazione, confluiscono nelle logiche e nelle componenti della MR.

cal features and areas characterised by remarkable urbanisation processes. In this respect, the problems relating to the interactions of protected areas, rural areas and urban spaces increased (Piva, 2005; Tellone, 2007).

The same concept of ecosystem service included a more complex interaction between natural and anthropic infrastructures, giving an important connection role to energy systems (MEA, 2005).

In this perspective, the themes of integration and renewable source diffusion acquire a new potentially regulating role, following the directives of the European Union in relation to energy, and proposing a regeneration of local systems in the socio-economic profile (Legambiente, 2012).

It is a complex operation. As a study by the Swiss Academies of Science and the Alpine Network of Protected

Areas<sup>2</sup> pointed out, the most difficult situation concerns exactly the regional parks, with their different levels of human development: on the one hand, in the processes of renewable source integration, the operational range is greater, with respect to National Parks, but at the same time, uncertainties and possible risks of conflict are higher, on both local community level and institutional superimposition level, which make it difficult to carry out an effective strategic line (Swiss Academies of Science, 2011). Following a synthesis of the work carried out by the Swiss Academies of Science, it can be said that the situations of single parks are too different to build up a unitary profile on the European level as well as within national borders.

The innovation trend pointed out is the need for every Park Authority to face the theme, implying develop-

ment of regulations linked with local characteristics, and the formulation of specific energy plans and objectives.

The "Eco-Power Park research project for regional park energy development"<sup>3</sup> is connected with this process of defining rules linked with local territorial qualities, starting from examining three case-studies representing specific local conditions such as the Ticino Lombardo Park, the Park of San Rossore Migliarino Massaciuccoli and the Madonie Park.

They are three distinct ranges, different by size, territorial organisation, climatic and geographic conditions, and by relation between sensitive areas and settlements<sup>4</sup>; they are also three areas performing more or less important actions meant to spread renewable energy sources, starting from assessing technologic compatibility with one's environmental vocations and

their shapes of territorial organisation. In spite of the interesting experiments carried out, such as the European *Wise Plans* project<sup>5</sup>, the proposals do not take into consideration the potential scenarios offered by a new infrastructure model: the Micro Network (MN). The article illustrates the potentialities of the new model and suggests examination of the significant steps leading to the configuration of a series of MN components.

In conclusion, a well-ordered organisation of the components examined is proposed, by defining an adaptable and changeable organisational-decisional model, paving the way to new research fields.

Lo sviluppo di quest'ultimo punto, è stato elaborato attraverso l'individuazione di una specifica area di parco: la tenuta di Tombolo del Parco di S. Rossore Migliarino Massaciuccoli e i limitrofi spazi urbani e rurali. Tale areale è caratterizzato da differenti composizioni territoriali, diversi livelli qualitativi e quantitativi di infrastrutturazione antropica e da una potenziale diversità di vocazione energetica rinnovabile. L'ambito selezionato rappresenta quindi, una realtà territoriale esemplificativa, in cui il modello di MR trova una coerenza applicativa. La variazione della scala di osservazione, ha permesso di focalizzare l'attenzione sul contatto tra una porzione di insediamento Tirrenia e l'area margine della tenuta di Tombolo<sup>8</sup>. A questo livello di indagine si propone una procedura per la costruzione della Micro Rete, partendo dalla valutazione dei caratteri e delle vocazioni del tessuto costruito, attraverso strumenti e metodi propri del progetto tecnologico ambientale. I parametri presi in esame sono stati riordinati all'interno di un sistema organizzato, definito secondo una struttura gerarchica, ampliabile e modificabile, che esplicita le diverse componenti e il loro ruolo nel processo di costruzione di una infrastruttura energetica sul modello della MR.

## Lineamenti costruttivi della MR.

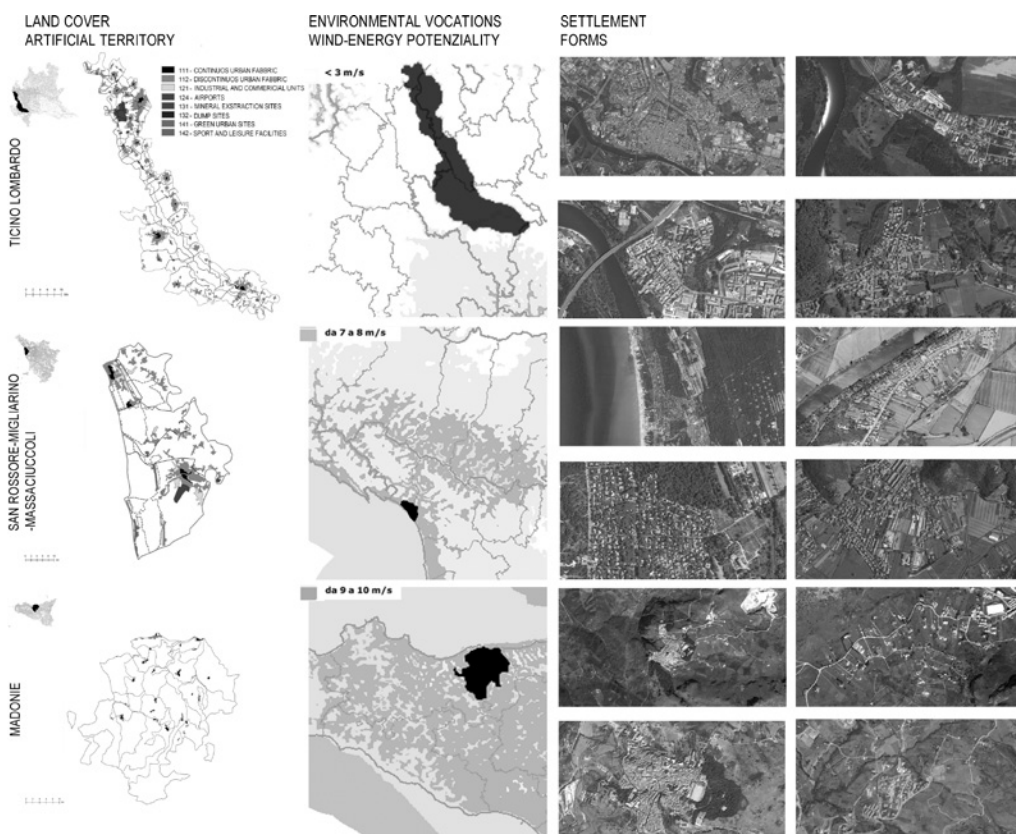
### La definizione della struttura gerarchica

Il confronto diacronico tra i tre Parchi ha messo in evidenza l'attuale sistema di organizzazione territoriale e le diverse vocazioni dei profili geografici, climatici ed energetici (Fig.1). Da una lettura di maggior dettaglio, operata sull'areale della Tenuta di Tombolo, è stato possibile leggere le modalità con cui le vocazioni generali si compromettono con le condizioni tipo-morfologiche degli assetti locali.

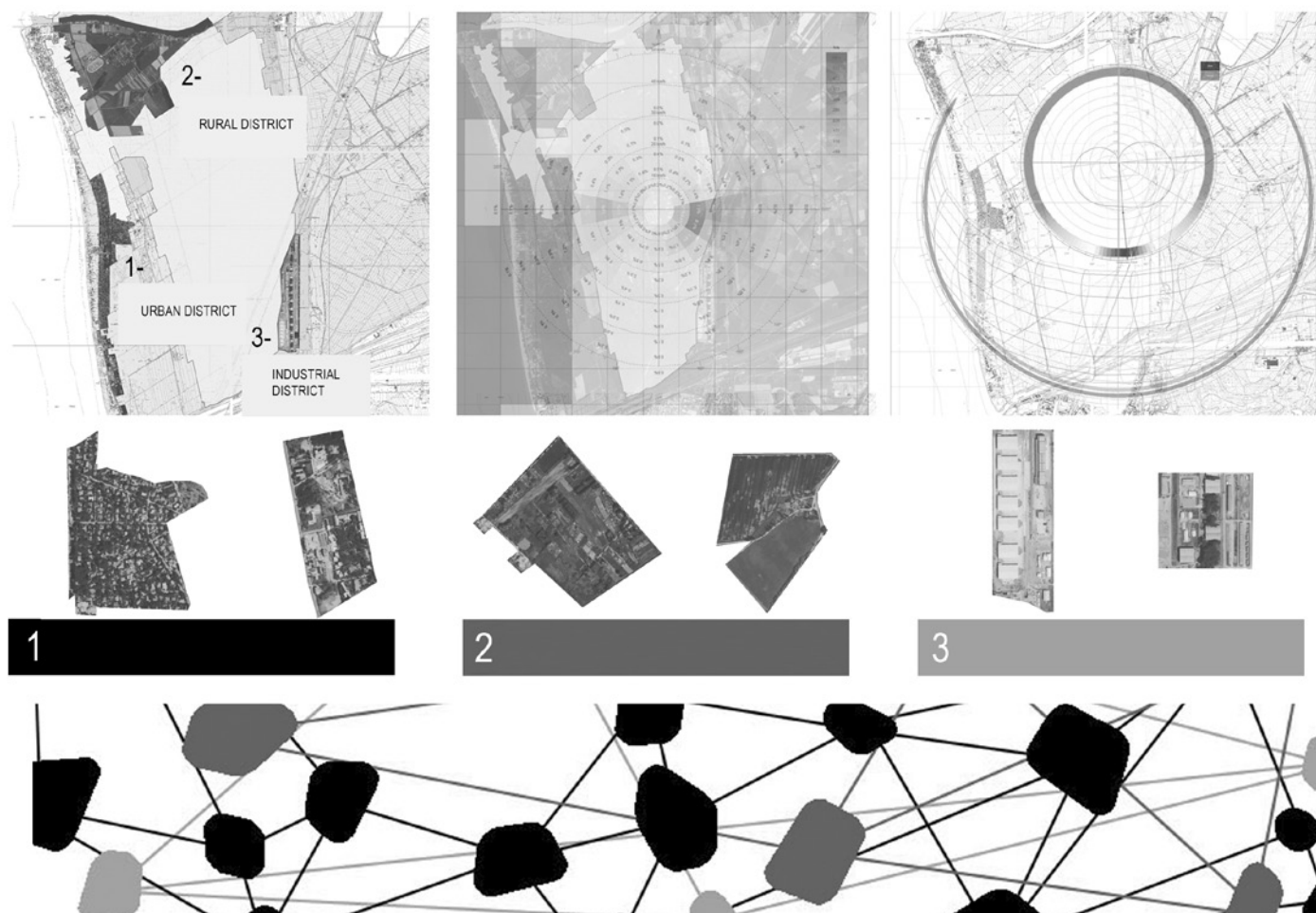
A tale livello di osservazione emergono le diversità funzionali, i gradi di abitabilità e i potenziali livelli di infrastrutturazione del territorio. Su tale diversità compositiva e funzionale si ipotizza il disegno di rete energetica diffusa e rinnovabile che connette nodi del territorio a diversa vocazione, mettendo a sistema più punti in uno scambio dinamico ed interattivo, configurando una rete adattabile e resiliente (Fig. 2).

A questa visione è associata una struttura gerarchica, utile a rendere comprensibile un modello altamente complesso e dinamico, poiché le informazioni connesse alle componenti variano a secondo del livello di osservazione e analisi.

01 | Confronto diacronico: territori modellati artificialmente, vocazioni energetiche eoliche, organizzazioni insediative (Elaborazione: Gruppo di Lavoro su dati CLC, RSE ENEA e JRC)  
Diachronic comparison: Artificially Modelled Territories; wind energy vocations; settlement organisations (processing: Working Group on CLC, RSE ENEA and JRC data)







Nell'ipotesi di lavoro la MR è strutturata su classi, sistemi e componenti. Le classi si articolano in: integrazione; prestazione; trasformazione. Alle tre classi si associano, rispettivamente, tre sistemi tecnologici: ambientale; costruttivo; energetico. I sistemi sono descritti attraverso specifiche componenti:

- Sistema tecnologico ambientale: a questo sistema appartengono le componenti relative all'accessibilità alle variabili cicli-

02 | Parco Regionale di San Rossore, Migliarino Massaciuccoli: potenziali ambiti per la costruzione di distretti energetici rispetto a specifiche vocazioni e opportunità di integrazione. Visione del modello di rete ampliabile e modificabile  
Regional Park of San Rossore, Migliarino, Massaciuccoli: potential areas for energy district construction in relation to specific vocations and integration opportunities. Vision of expandable and changeable network model

#### Regional park energy development. Methodological instruments and profiles

Following the research, the Micro Network is the potential infrastructure system capable of fostering the process of territorial value-increase and development; micro dimensions and network logic are regarded as proper technologies for environmental areas with remarkable variations in ecologic characteristics such as regional parks. The significant portions of the work requiring preparation of the analysis instruments used to reach specific goals (starting from the diachronic comparison of representative case studies) are described below:

a - Interpretation of the organisation of soil use and natural levels meant for carrying out maps for connecting synthetically the territorial composition with the nature level<sup>6</sup>;

b - Interpretation of territorial vocations and eco-friendliness profiles of renewable energies meant for both the synthetic representation of energy vocations in the case studies – in terms of quality, quantity and distribution of resources – and determination of parameters to evaluate eco-friendliness of technologies available<sup>7</sup>;

c - Carrying out territorial development energy profiles meant to investigate how spatial and environmental information originating with the changing of the observation scale flow into the logics and the components of the MN.

The development of the latest point was elaborated by spotting a specific park area: the Tombolo estate in the Park of San Rossore Migliarino Massaciuccoli and the nearby urban and rural areas. Such range is made up of different territorial aspects, differ-

ent quality and quantity levels of anthropic development, and potentially different renewable energy vocations. Therefore, the selected area is an illustrative territory in which the MN model may be consistently applied. Change in the observation scale let us focus on the contact of a settlement portion, Tirrenia, and the bordering area of the Tombolo estate<sup>8</sup>. At this investigation stage, the proposal is a procedure for carrying out the Micro Network starting from appraising the characters of the vocations of the built framework, through instruments and methods typical of the environmental technological project.

The parameters taken into account have been rearranged within an organised system complying with a changeable and extendable pyramidal structure pointing out the different components and their roles in the

process for building up an energy infrastructure following the MN model.

#### MN Construction Lines. Pyramidal Structure Definition

Diachronic comparison of the three parks pointed out the current system of territorial organisation as well as the different vocations of the energy, geographical and climatic profiles (Fig.1). In detail, as for the range of the Tombolo estate, it was possible to see how the general vocations are connected with the typological and morphological conditions of local orders. However, this investigation stage points out functional diversities, degrees of fitness for habitation and potential development levels of the territory.

Starting from such functional and composition diversity, the design of an energy network is assumed; that net-

che ambientali che sono di tipo a-scalare, riguardano i caratteri territoriali, urbani e dei singoli manufatti, in relazione alle interazioni, potenziali ed effettive, tra profilo geografico climatico e forme dell'ambiente costruito.

– Sistema tecnologico costruttivo: a questo sistema appartengono le componenti che descrivono le *performance* dell'involucro, attuale e potenziale. Lo stato di conservazione e il livello prestazionale costituiscono il ponte tra il sistema ambientale e il sistema energetico.

– Sistema tecnologico energetico: a questo sistema appartengono le componenti, materiali e immateriali, che descrivono le modalità di approvvigionamento, regolazione e gestione.

La definizione delle componenti e delle sotto articolazioni avviene attraverso analisi specialistiche condotte su una porzione dell'insediamento Tirrenia, delineando i caratteri tipologici e morfologici della potenziale MR locale.

In particolare:

– per il sistema tecnologico ambientale, è stato analizzato il livello di accessibilità delle due variabili cicliche ambientali: sole e vento, dal quadro delle potenzialità generali fino alla valutazione puntuale.

– per il sistema tecnologico costruttivo le analisi hanno preso in esame il censimento dell'attuale livello di prestazioni energetiche del complesso insediativo, delineando una serie di scenari di incremento prestazionale raggiungibili attraverso interventi di retrofit energetico.

– per il sistema tecnologico energetico sono state valutati i potenziali di *producibilità* e *connettività*. La *producibilità* è intesa come la capacità di produzione di energia, e quindi, fa riferimento alle singole tecnologie adottate. Tale componente entra in relazione

con gli scenari offerti nell'ambito del sistema tecnologico costruttivo. Nello specifico del modello di MR, tale componente dipende dal ruolo attribuito al “nodo” all'interno dell'infrastruttura: potrebbe essere, infatti, un nodo “passivo”, se ha necessità di ulteriori gradi di approvvigionamento energetico; “neutro”, se copre i propri fabbisogni; “attivo” nel caso il nodo si fa carico anche di altri ambiti. Lo scambio tra “nodi” apre le porte alla questione della *connettività* che rappresenta la componente più innovativa del modello di MR, gestibile attraverso nuovi apparati, in particolare attraverso un'appropriata programmazione di inediti dispositivi, come la *virtual power plant* (VPP) (Sibilla, 2014).

### Lineamenti costruttivi della MR. Le componenti del sistema

I risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate nella porzione dell'insediamento Tirrenia sono riportati di

seguito:

– le analisi del *sistema tecnologico ambientale* mettono in evidenza una chiara difficoltà di interazione delle variabili ambientali con l'assetto insediativo. La variabile “vento”, il cui livello prestazionale era limitato anche nella valutazione su areale vasto, non risulta compatibile con il tipo di tessuto edilizio: le distanze critiche per l'uso della tecnologia eolica non risultano, pertanto, validate. Per la variabile “sole”, le analisi svolte evidenziano che il valore paesaggistico dell'insediamento, determinato dalla presenza di pini di notevole dimensione e densità, costituisce anche l'elemento di ostacolo per una integrazione efficiente dei sistemi fotovoltaici nei sistemi costruttivi (Fig. 3).

– i risultati delle analisi del *sistema tecnologico costruttivo* hanno prodotto diversi scenari di consumo energetico. Allo stato attua-

work would connect territorial hubs with different vocations, organising several points through a dynamic and interactive exchange, configuring a resilient and adaptable network (Fig. 2). This vision is associated with a pyramidal structure making a highly complex and dynamic model understandable, since the information linked with the components change in accordance with the observation and analysis level.

In the project, the MN is made up of classes, systems and components. The classes are: integration; performance; transformation. The three classes are associated with the technological environmental, construction and energy systems, respectively.

The systems are described through specific components as follows:

– Environmental technological system: the components relating to ac-

cessibility to environmental cyclical variables are part of this system. Their type is non-scalar, and thus, they concern the urban and territorial characters of the town and of single buildings, in relation to the potential or effective interactions of the climatic and geographical profile and the shapes of the built-up area;

– Construction technological system: the components describing the performance of the current or potential envelope are part of this system. The conservation state and the performance level are the bridge between the environmental system and the energy system;

– Energy technological system: material or immaterial components describing supply, governance and management procedures are part of this system.

Component and sub-category defi-

nition is carried out through special analyses of the Tirrenia settlement portion, specifying the typological and morphological characters of the potential local MN. In particular:

– As for the environmental technological system, the analyses were about the level of accessibility of the two environmental cyclical variables: sun and wind, from the general potentiality framework to careful evaluation;

– For the construction technological system, the analyses took into account the level of the current energy performances of the settlement complex, depicting a series of performance increasing scenarios reachable by means of energy retrofit actions;

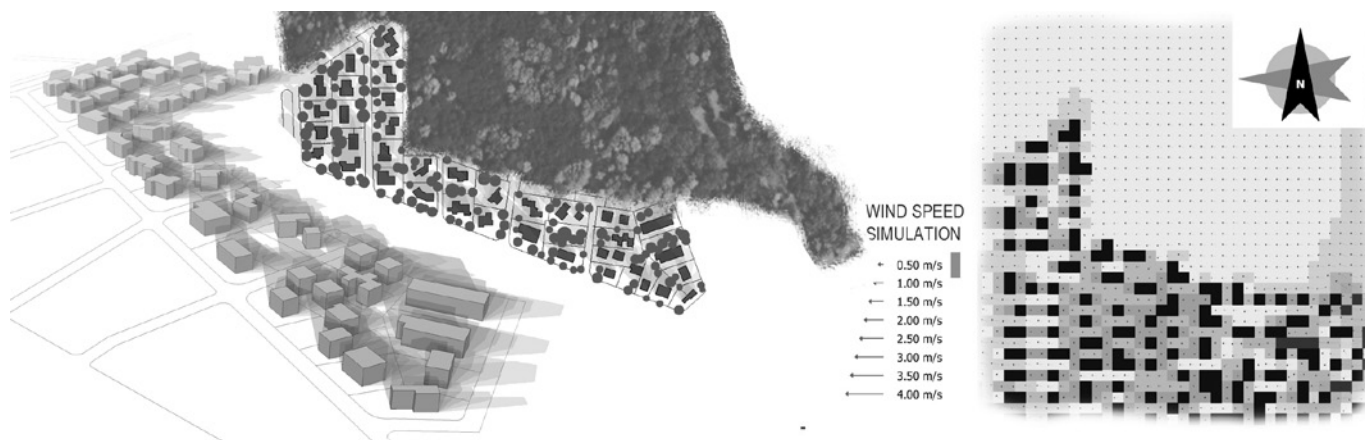
– For the energy technological system, producibility and connectivity potentials have been appraised. Producibility means the skill to produce energy, and thus it refers to the single technol-

ogies adopted. That component relates to the scenarios proposed within the construction technological system. In particular, as for the MN model, such component depends on the role given to the “hub” within the infrastructure: it might actually be a “passive” hub, in case it needs further energy supply degrees; or “neutral”, in case it covers its needs; or else, “active”, in case the hub also covers other situations. “Hub” exchange paves the way to the connectivity question, which is the most innovative component of the MN model, possibly manageable through new systems, and in particular, by means of the proper programming of unusual devices such as the *virtual power plant* (VPP) (Sibilla, 2014).

le, sull'areale esaminato, insiste un patrimonio edilizio privato riconducibile ad una tipologia a villino, le cui qualità energetiche rispecchiano i livelli prestazionali censiti dalla letteratura per l'edilizia realizzata nel periodo tra il 1960-1970. Per ogni manufatto è stato ricostruito il fattore forma, sostanzialmente uniforme (media S/V 0,46). L'areale è omogeneo per aspetti tipo-morfologici, funzionali e dimensionali. Applicando l'algoritmo definito dalle norme italiane (DM 26/06/09) per il calcolo dell'EPI, l'interazione tra fattore forma e dati climatici caratteristici, in termini di gradi-giorno, porta alla configurazione delle classi di consumo energetico: la classe F, come classe media censita allo stato dell'arte, con un consumo totale di 1.543.600 kW/h\*anno; classe C 670.717 kW/h\*anno; classe A 335.358 kW/h\*anno, come scenari futuribili. L'indice di prestazione energetica invernale

dell'involucro (EPI), se pur non esaustivo, risulta essere ben rappresentativo della domanda energetica (Fig. 4). Una volta noto il peso energetico di un nodo si definiscono le componenti di interazione con altri nodi della rete. Tali componenti sono esplicitate nel sistema tecnologico energetico.

– i risultati delle analisi del *sistema tecnologico energetico* mostrano gli scenari di producibilità da fotovoltaico, valutato come sistema coerente con la condizione geografica dell'areale (componente solare fotovoltaico). Il sistema tecnologico energetico, recependo le informazioni dal sistema tecnologico ambientale, ha attivato una sola specifica sub-componente da valutare (sistema integrato nei tetti) escludendo altre forme di integrazione. Per una superficie di tetti pari a 7.718 mq solo circa il 15% si è stimato come utilizzabile in modo effi-



03 | Parco Regionale di San Rossore, Migliarino Massaciuccoli: analisi di dettaglio per la valutazione del sistema tecnologico ambientale finalizzato all'integrazione solare e micro eolica nel contesto insediativo denominato Tirrenia ai margini della Tenuta di Tombolo  
Regional Park of San Rossore, Migliarino, Massaciuccoli: detailed analysis for environmental and technological assessment aimed at integrating micro wind and solar energy systems in the Tirrenia settlement area near the Tombolo estate

#### MN Construction Lines. System components

The results obtained from the simulations carried out in the portion of the Tirrenia settlement are as follows:

- The analyses of the environmental technological system point out clear difficulties of interaction of the variables with the settlement order. The "wind" variable, whose performance level was already low in the vast range evaluation, is not compatible with the kind of building fabric; therefore, the critical distances are not valid for using wind technology. As for the "solar" variable, the analyses carried out point out that the landscape value of the settlement, given by the presence of really big, high density pine trees, is also an obstacle to the effective integration of photovoltaic systems into construction systems (Fig. 3). The results of the analyses of the Construction Techno-

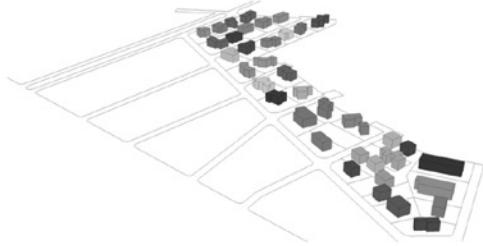
logical System produced several energy consumption scenarios. At present, the range examined includes a small-house building heritage, whose energy qualities reflect the performance levels recorded in the building literature dating back to the period from 1960 to 1970. The shape factor was determined for every building, and it was actually uniform (Surface/Volume average 0.46). As for typological, morphological, functional and size aspects, the range is homogeneous. In compliance with the algorithm of Italian laws (MD of 26/06/09) for calculating the winter energy performance index, the interaction of shape factor and typical climate data (in terms of day-degrees) determines configuration of energy consumption classes: class F, the average state-of-the-art class, with total consumption of 1,543,600 kW/h\*year; class C 670,717 kW/h\*year; class A

335,358 kW/h\*year, as future scenarios. Though not exhaustive, the winter energy performance index of the envelope represents the energy demand very well (fig. 4). Once the energy weight of a hub is known, the components of interaction with other network hubs are defined. Those components are described in the energy technological system.

- The results of the analyses of the Energy Technological System show us photovoltaic producibility scenarios, regarded as system consistent with the geographical condition of the range (photovoltaic solar component). By receiving information from the environmental technological system, the energy technological system activated just one specific sub-component to be evaluated (roof integrated system), excluding other kinds of integration. Out of the roof surface of 7,718 m<sup>2</sup>,



| ZONE     | -A-<br>mq | -V-<br>mc | A/V<br>RATIO | STATE OF THE ART<br>ANNUL PRIMARY<br>ENERGY DEMAND | SCENARIO C<br>ANNUL PRIMARY<br>ENERGY DEMAND | SCENARIO B<br>ANNUL PRIMARY<br>ENERGY DEMAND | SCENARIO A<br>ANNUL PRIMARY<br>ENERGY DEMAND |
|----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| ALL ZONE | 30.443    | 69.683    | 0,46         | 1.543.600 kWh*year                                 | 670.717 kWh*year                             | 503.037 kWh*year                             | 335.358 kWh*year                             |



ciente, con una producibilità annua di 249.912 kW/h\*anno. Oltre la producibilità, altre componenti definiscono il sistema tecnologico energetico e caratterizzano il concetto di *connettività*: fisica, tecnologica e gestionale. La connettività fisica definisce la possibilità di un nodo di connettersi ad altri nodi, in un’ottica di sistema integrato e interattivo. Di fatto, il ruolo dei diversi nodi all’interno della rete può mutare e adattarsi, poiché il territorio è in continua trasformazione e le tecnologie in continua evoluzione. La connettività tecnologica stabilisce le regole di convivenza tra tecnologie che funzionano con parametri differenti, ottimizzando il profilo di funzionamento, attraverso una programmazione di connettività gestionale in cui sono stabilite le regole di scambio di flussi di energia e informazione e le possibilità di autoregolazione ed interazione da parte dei singoli utenti: delle regole di mercato a quelle di funzionamento tecnico (fasce orari, costi, ecc.). Tutti Livelli informativi gestiti e sincronizzati attraverso le sopra citate VPP.

Le informazioni ricavate dalle simulazioni non producono in modo deterministico un’azione di trasformazione, bensì esplicitano il potenziale ruolo di uno specifico ambito - in questo caso la porzione dell’insediamento Tirrenia - all’interno delle dinamiche di una rete. Nel caso specifico, il nodo si configura come “passivo”, dato che l’introduzione di fonti rinnovabili, per essere efficiente, dovrebbe alterare un elemento di identità territoriale: la pineta. In quanto nodo passivo, dovendo attribuire il carico

di produzione energetica ad un altro nodo della rete, diventa ancora più significativa la definizione del peso energetico, componente leggibile all’interno del sistema tecnologico costruttivo. Come si evince dal calcolo, anche raggiungendo la classe A, il solo fotovoltaico non coprirebbe i consumi. L’areale scelto, benché di dimensioni limitate, è rappresentativo del tipo di tessuto costruito, emerge, dunque, la necessità di una radicale azione di recupero energetico e una ricerca di un’opportuna connessione con altri nodi, reperibili in altri ambiti territoriali, o in opportuni programmi di ri-organizzazione insediativa.

I risultati ottenuti dalle analisi effettuate sui diversi sistemi sono organizzati e sistematizzati in una visione unitaria in grado di configurare un modello di supporto decisionale, attraverso la struttura per classi, sistemi e componenti. Il modello è ampliabile e modificabile, a secondo del grado di informazioni disponibili e della complessità dell’assetto analizzato. Le tecnologie rinnovabili sono state, in questo caso, semplificate secondo le esigenze emerse dal caso di studio, ma la struttura gerarchica definita, lascia prospettare le modalità di ampliamento, in caso di estensione e approfondimento delle analisi sui sistemi ambientali, costruttivi ed energetici.

Rispetto al livello di complessità raggiunto, la struttura gerarchica guida all’identificazione del ruolo di un ambito territoriale all’interno della rete, esplicitando le analisi attuabili per la valutazione dell’accessibilità alle variabili ambientali (distanze

just about 15% was regarded as efficiently usable, with a producibility of 249,912 kW/h\*year. Apart from producibility, other components define the energy technological system and characterise the concept of physical, technological and management connectivity. Physical connectivity defines the possibility of a hub to connect with other hubs, with a view to an integrated and interactive system. The role of the different hubs within the network may actually change and adapt itself, since the territory is continuously changing and technologies are continuously evolving. Technological connectivity sets common rules for technologies working with different parameters, optimising functioning through a management connectivity programming in which both the information and energy flow exchange rules, and

the possibilities of self-regulation and interaction by single users have been established: from market rules to technical working rules (time bands, prices, etc.). All information levels are managed and synchronised through the aforesaid VPP.

The information originating from simulations do not produce transformation actions in a deterministic way, but they explain the potential role of a specific section - in this case, the Tirrenia settlement portion - within the trends of a network. In the specific case, the hub is “passive”, since the introduction of renewable sources should change a territorial identity element to be efficient: the pine grove. As passive hub, it should assign the energy production load to another network hub; therefore, the energy weight, the component within the

construction technological system is even more important. As one can see from the calculation, even reaching class A, the only photovoltaic element would not cover consumption. Though with limited size, the chosen range represents the type of built fabric. Therefore, it is necessary to carry out a radical action of energy recovery, as well as research of proper connection with other hubs, which can be found in other territorial sections, or by means of proper settlement reorganisation programmes.

The results obtained by the analyses carried out on different systems have been organised and put into systems following a unitary vision configuring a decisional support model through the class, system and component structure. The model is expandable and changeable depending on the degree of information available and the

04 | Parco Regionale di San Rossore, Migliarino Massaciuccoli: analisi sul sistema Tecnologico Costruttivo del contesto insediativo denominato Tirrenia ai margini della Tenuta di Tombolo. Scenari di incremento prestazionale e valutazione del sistema tecnologico energetico Regional Park of San Rossore, Migliarino, Massaciuccoli: analysis of the construction technological system of the Tirrenia settlement area near the Tombolo estate. Energy performance increasing scenarios and Energetic Technological System assessment

| Class<br>Environmental Technological Integration |       |         |                                | Class<br>Environmental Technological Performance |       |   |                            | Class<br>Environmental Technological Convertibility |         |   |                                                                                  |
|--------------------------------------------------|-------|---------|--------------------------------|--------------------------------------------------|-------|---|----------------------------|-----------------------------------------------------|---------|---|----------------------------------------------------------------------------------|
| Environmental Technological System               |       |         |                                | Building Technological System                    |       |   |                            | Energy Technological System                         |         |   |                                                                                  |
| I.1                                              |       |         | Critical Distances             | 2.1                                              |       |   | Shape Factor               | 3.1                                                 |         |   | Producibility                                                                    |
|                                                  | I.1.1 |         | Solar cyclical variable        | 2.2                                              |       |   | Energy Classes - scenarios | 3.1.1                                               |         |   | Solar Photovoltaic                                                               |
|                                                  |       | I.1.1.1 | Solar Cyclical Variable Summer |                                                  | 2.2.1 |   | Scenario class C           |                                                     | 3.1.1.1 |   | Roof Integrated System                                                           |
|                                                  |       | I.1.1.2 | Solar Cyclical Variable Winter |                                                  | 2.2.2 |   | Scenario class B           | 3.2                                                 |         | - | Connectivity                                                                     |
|                                                  | I.2.1 |         | Wind Cyclical Variable         |                                                  | 2.2.3 |   | Scenario class A           | 3.2.1                                               |         | - | Physical Connectivity Integrated Project Strategies                              |
|                                                  |       | I.2.1.1 | Wind Cyclical Variable Summer  | -                                                | -     | - | -                          | 3.2.2                                               |         | - | Technological Connectivity Strategies for energy supply chain configuration      |
|                                                  |       | I.2.1.2 | Wind Cyclical Variable Winter  | -                                                | -     | - | -                          | 3.2.3                                               |         | - | Management Connectivity Strategies for planning accessory and auxiliary services |

TAB. I | Classificazione Gerarchica. Costruzione e Organizzazione delle Micro Rete Locale.  
CLASSI-SISTEMI E COMPONENTI (materiali ed immateriali)  
*Pyramidal Classification Interactive renewable widespread energy system called Local Micro Network (Material and immaterial components)*

critiche); evidenziando le implicazioni connesse al livello di performance energetico (fattore forma e scenari di consumo); valutando il processo di pre-dimensionamento della MR rispetto ai potenziali sistemi di integrazione censiti.

Per quanto riguarda i temi della connettività, nel presente lavoro sono enunciati e associati ad uno specifico ruolo all'interno della MR e ai contenuti di programmazione delle VPP, che aprono nuovi orizzonti di ricerca sul potenziale contributo disciplinare alla definizione delle regole di infrastrutturazione energetica territoriale di nuova generazione.

complexity of the order analysed. In this case, renewable technologies were simplified in accordance with the needs originating from the case study, but the defined pyramidal structure lets us figure out extension procedures, in case of new and more accurate analysis of environmental, energy and construction systems. With respect to the complexity level reached, the pyramidal structure leads to the identification of the role of a territorial portion within the network, providing the analyses to be possibly performed for evaluating accessibility to environmental variables (critical distances); pointing out implications connected with the level of energy performance (shape factor and consumption scenarios); evaluating the MN pre-sizing process with respect to the potential integration systems recorded.

As for connectivity issues, in this study they are included and associated with a specific role within the MN, and with the VPP programming contents, paving the way to new research on the potential disciplinary contribution to the definition of new generation territorial energy infrastructure need rules.

### Conclusions

In this study, a few MN peculiarities are described as energy infrastructure model regarded as eco-system service, and thus, particularly suitable for experimentation within Regional Parks. The components determining the carrying out and organisation of the Micro Network are actually compared with the eco-system service categories: life support – explaining consistence with the local geographical condition; supply – seeking tech-

### Conclusioni

Nel lavoro presentato sono descritte alcune peculiarità della MR come modello infrastrutturale energetico inteso come servizio eco sistemico e, quindi, particolarmente idoneo ad una sperimentazione all'interno dei Parchi Regionali. Infatti, le componenti che determinano la costruzione e l'organizzazione della Micro Rete si confrontano con le categorie del servizio ecosistemico: *supporto alla vita*, esplicitando la propria coerenza con la condizione geografica locale; approvvigionamento, ricercando l'appropriatezza tecnologica del sistema energetico; *regolazione*, attraverso la programmazione dei profili di funzionamento ottimizzato sulle esigenze locali. Infine, i *valori culturali* attribui-

nological adequacy of the energy system; regulation – by programming the ideal working profiles in relation to local needs. Finally: the cultural values of a system implying participation and environmental understanding by local communities. Moreover, in this study, while identifying and appraising MN components, the important role of the instruments and methods of the environmental and technological project was pointed out as support for identifying the role of a given portion within network logics; new potentials and disciplinary contributions for defining MN connectivity rules were proposed.

### NOTES

<sup>1</sup> Protected Areas Framework Law (Law no. 394 of 6 December 1991).

<sup>2</sup> The “Alpine Park Renewable Energy” project has been financed by the Ufficio Federale dell'Ambiente (UFAM),

Federal Environment Office. The Swiss Academies of Science and the Alpine Network of Protected Areas (ALPARC) took part in the project. The project was carried out in the period from December 2010 to June 2011.

<sup>3</sup> The research, developed within PRIN 2009 “Ricomposizione territoriale e valorizzazione sostenibile degli spazi urbani e rurali: turismo e vocazioni storiche, culturali, architettoniche, ambientali a confronto” is characterised by a multidisciplinary approach of Working Group made up of several scientific and disciplinary fields (Scientific disciplinary field 11: Historical, philosophical, pedagogic and psychological sciences 60%; 08: Civil engineering and architecture 40%). National Coordinator G. Scaramellini; Florence OU Coordinator M.C. Torricelli; Milan OU A. Segale; Rome OU E. Cangelli. The Scientific Coor-



bili a un sistema che implica la partecipazione e la comprensione ambientale da parte delle comunità locali. In questo studio, inoltre, nell'individuare e valutare le componenti della MR si è esplicitato l'importante ruolo degli strumenti e dei metodi del progetto tecnologico ambientale a supporto dell'identificazione del ruolo di un determinato ambito all'interno delle logiche di rete, prospettando nuove aperture e contributi disciplinari sulla definizione delle regole di connettività della MR.

## NOTE

<sup>1</sup> Legge Quadro sulle aree protette (Legge 6 dicembre 1991, n. 394).

<sup>2</sup> Il progetto "Energie rinnovabili nei parchi alpini" è stato finanziato dall'Ufficio Federale dell'Ambiente (UFAM). Hanno partecipato al progetto le Accademie svizzere delle scienze e la Rete Alpina delle Aree Protette ALPARC. Il progetto si è svolto nel periodo compreso fra dicembre 2010 e giugno 2011.

<sup>3</sup> Il lavoro svolto nell'ambito del PRIN 2009 "Ricomposizione territoriale e valorizzazione sostenibile degli spazi urbani e rurali: turismo e vocazioni storiche, culturali, architettoniche, ambientali a confronto" è caratterizzato da un approccio multidisciplinare del GdL costituito da diverse aree Scientifico-disciplinari (Area Scientifico-disciplinare: 11: Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche 60%; 08: Ingegneria civile ed Architettura 40%). Coordinatore Nazionale G. Scaramellini; Coordinatore UO Firenze M.C. Torricelli; UO Milano A. Segale; UO Roma E. Cangelli. L'UO Roma ha come responsabile scientifico E. Cangelli; il GdL è costituito da S. Baiani (ricercatore; aspetti riferiti alla valorizzazione dei beni culturali e paesistici), M. Sibilla (assegnista di ricerca; aspetti operativi analisi, modellazioni e valutazioni energetiche); R. Rotondo (assegnista di ricerca; aspetti operativi relativi alle analisi territoriali).

<sup>4</sup> Il Parco del Ticino Lombardo ha una superficie complessiva pari a 91.547 ettari suddiviso in diverse zone con diversa destinazione d'uso e "grado"

di tutela (comprende tre provincie e quarantasei Comuni): circa 22.645 ettari sono a spiccata vocazione naturale; 50.160 ettari sono destinati ad attività agricole compatibili con la tutela delle aree protette; 18.742 ettari sono urbanizzati. Il Parco di S. Rossore Migliarino Massaciuccoli è un'area naturale in cui l'intervento umano si è manifestato ampiamente, in particolare nelle zone di frangia tra insediamenti residenziali e produttivi e aree che hanno mantenuto, pressoché integro, il carattere di zona umida. Il parco si estende per circa 23.115 ettari dei quali 9.356 di ambito agricolo (comprende due provincie e cinque comuni). Il parco delle Madonie ha un'estensione 39.941,18 ettari (comprende una provincia e sedici comuni). L'area madonita con le sue caratteristiche geomorfologiche-climatiche, consente l'identificazione di tre zone distinte: la fascia costiera del versante settentrionale; la catena montuosa; il versante meridionale.

<sup>5</sup> Il progetto "WISE-PLANS" \_Co-operation between Communities for Energy Action Plans" ([www.wiseplans.eu](http://www.wiseplans.eu)) rientra nel programma comunitario "EIE - Energia Intelligente per l'Europa", programma pluriennale volto a favorire lo sviluppo sostenibile in ambito energetico. "WISE-PLANS" è finalizzato a promuovere l'utilizzo intelligente delle risorse energetiche attraverso lo studio di Piani d'azione energetici sostenibili nelle Comunità partecipanti di quattro Paesi membri: Galles, Italia (parco regionale del Ticino Lombardo), Svezia e Spagna. Le Comunità coinvolte presentano volutamente caratteristiche differenti, sia per quanto riguarda gli aspetti territoriali (parchi naturali, aree urbane, regioni marine, ecc.) che per quelli prettamente tecnologici legati all'utilizzo, produzione e distribuzione dell'energia.

<sup>6</sup> A tale scopo sono stati così utilizzati due strumenti: per il confronto diacronico sulla composizione territoriale la cartografia *CLC Corine Land Cover* (European Environmental Agency, 1994); per la valutazione sintetica della naturalità all'indice *ILC-Index of Landscape Conservation* (Pizzolotto e Brandmayr, 1996).

<sup>7</sup> La costruzione delle mappature delle risorse energetiche è stata effettuata facendo riferimento ai sistemi informativi territoriali elaborati a cura del RSE (Ricerca Sistema Energetico) per idroelettrico ed eolico; dall'ENEA per la Biomassa; dall'*JRC's Institute for Energy and Transport* per il solare. Per la

dinator of OU Rome is E. Cangelli. Working Group: S. Baiani (researcher; cultural and landscape heritage), M. Sibilla (postdoc researcher; energetic analysis, computer simulation and assessment); R. Rotondo (postdoc researcher; territorial analyses).

<sup>4</sup> The overall surface of the Ticino Lombardo Park is 91,547 hectares; it is made up of several areas with different uses and protection "degrees". It includes three provinces and forty-six municipalities. About 22,645 hectares have remarkable natural characteristics; 50,160 hectares are meant for agricultural activities compatible with defence of protected areas; 18,742 hectares have been urbanised. The Park of San Rossore Migliarino Massaciuccoli is a natural area with remarkable human development, above all, in the border areas, between residential and production settlements and areas

keeping, almost intact, the character of wetland. The Park is about 23,115 hectares, 9,356 of which for agricultural use. It includes two provinces and five municipalities. The Madonie Park includes one province and sixteen municipalities. Its surface is 39,941.18 hectares. With its geomorphologic and climatic characteristics, the Madonie area can be divided into three distinct zones: the coastal belt of the northern slopes; the mountain chain; the southern slopes.

<sup>5</sup> The "WISE-PLANS" \_Co-operation between Communities for Energy Action Plans" project ([www.wiseplans.eu](http://www.wiseplans.eu)) is part of the EU "IEE - Intelligent Energy Europe" programme, a multi-year programme meant for sustainable development in the energy field. "WISE-PLANS" is meant to promote the proper use of energy resources by studying sustainable energy action

plans in the participating Communities of four member countries: Wales, Italy (the Ticino Lombardo Regional Park), Sweden and Spain. The Communities involved have different characteristics, and for this reason they were chosen, in relation to both territorial aspects (natural parks, urban areas, sea regions, etc.) and typically technological aspects, linked with energy production, use and distribution. <sup>6</sup> In this respect, two instruments were used: for diachronic comparison on the composition of the territory: *CLC Cartography Corine Land Cover* (European Environmental Agency, 1994); for the synthetic estimate of the natural character *ILC-Index of Landscape Conservation* (Pizzolotto and Brandmayr, 1996).

<sup>7</sup> The maps of energy resources were carried out with reference to the territorial information systems elaborated

by the RSE (Energy System Research) - for hydroelectric and wind energy; by ENEA for Biomass; by JRC (Institute for Energy and Transport) for solar energy. As for estimating the indexes of eco-friendliness of energy supply technologies, the reference is the European Programme LEADER "Renewable Sources, sustainable development sources".

<sup>8</sup> The Tirrenia settlement is part of the external transition areas of the MAB UNESCO "Selva Pisana" Reserve.

valutazione degli indicatori di eco-compatibilità delle tecnologie di approvvigionamento energetico il riferimento è il Programma Europeo LEADER “Fonti rinnovabili, fonti di sviluppo sostenibile”.

<sup>8</sup> L'insediamento Tirrenia è parte della zona di transizione esterna (“Transition Areas”) della riserva MAB UNESCO “Selva Pisana”.

## REFERENCES

- Accademie Svizzere delle scienze (2011), *Energie rinnovabili dei parchi alpini*, Berna, Accademie svizzere delle scienze.
- Baldissara, B. et al. (2013), *Rapporto Energia e ambiente. Scenari e strategie. Verso un'Italia low carbon: sistema energetico, occupazione e investimenti*, ROMA: ENEA, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie.
- Commissione Europea (2010a), *Energia 2020. Una strategia per una energia competitiva, sostenibile e sicura*, COM/2010/0639, Bruxelles.
- Commissione Europea (2010b), *Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva*, COM/2010/2020, Bruxelles.
- European Environmental Agency (1994), *CORINE Land cover - Part 1: Methodology* Published by commission of the European Communities.
- Giacomini, V., Romani, V. (2002), *Uomini e Parchi*, Franco Angeli, Milano.
- Giuntarelli, P. (2008), *Parchi, politiche ambientali e globalizzazione*, Franco Angeli, Milano.
- Giupponi C. et al. (2009), *Definizione del metodo per la classificazione e quantificazione dei servizi ecosistemici in Italia*, Roma: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- Legambiente (2012), *Comuni rinnovabili 2012*, Legambiente Onlus, Roccastrada (Gr).
- Magoni, M. (2013), *Energia e paesaggio al tempo dei cambiamenti climatici*. Real Corp 2013 Plannig Times (p. 1169-1176), Manfred Schrenk, Roma.
- Marchigiani, E. et al. (2011), *Energie Rinnovabili e paesaggi. Strategie e progetti per la valorizzazione delle risorse territoriali*, Franco Angeli, Milano.
- MEA (2005), *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: the assessment series*, Island Press, Washington DC.
- Piva, G. (2005), *I parchi nel Terzo Millennio. Ragioni e necessità delle aree naturali protette*, Oasi Alberto Perdisa, Ozzano dell'Emilia (Bo).
- Pizzolotto, R. and Brandmayer, P. (1996), “An index to evaluate landscape conservation state based on land-use pattern analysis and Geographic Information System techniques”, *Coenoses*, Vol. 11; pp.37-44.
- Sibilla, M. (2014), “Virtual Power Plant. Environmental Technology Management Tools of the Settlements Processes”, *Tema. Journal of land use, mobility and Environment*, Special issue, June 2014, pp.909-920.
- Tellone, G. (2007), *I parchi come sistema. Politiche e reti per un nuovo ruolo delle aree protette*, ETS, Pisa.