

*Biodiversity-Proof Renewable Energy Communities.
A Model to Support Urban Planning in Inner Areas*

COMUNITÀ ENERGETICHE RINNOVABILI A PROVA DI BIODIVERSITÀ. UN MODELLO A SUPPORTO DELLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA NELLE AREE INTERNE

Alessandra Marra

*DICIV - Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Salerno, via Giovanni Paolo II, 132,
84084 - Fisciano (SA), Italia
almarra@unisa.it*

Abstract

Renewable Energy Communities (RECs) represent an important tool for decarbonising urban areas and reducing energy poverty, as well as a potential lever to combat demographic desertification in inner areas. In-depth knowledge of areas unsuitable for the installation of energy plants from renewable sources is essential for orienting urban planning towards sustainable choices, which promote RECs spatial configurations that respect cultural, naturalistic, ecological, landscape and environmental resources, particularly rich in inner areas. This work focuses on the protection of biodiversity, an aspect scarcely investigated in the scientific literature on the topic of RECs in urban planning. To this end, a fast method is proposed to build the Map of Ecological Connectivity on an urban scale, starting from the data available from the early stages of the planning process. The model is applied to the municipal territory of Roccabascerana, belonging to the inner areas of Campania Region (Italy), in the context of studies and research for the formation of the Municipal Urban Plan.

KEY WORDS: *Renewable Energy Communities, Urban Planning, Inner Areas, Biodiversity, Ecological Connectivity, GIS.*

1. Introduzione

In un contesto globale in cui occorre ridurre sensibilmente le emissioni climalteranti e il costo dell'energia, le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) rappresentano uno strumento rilevante per favorire la transizione alla neutralità carbonica e ridurre la povertà energetica, come evidenziato da numerose esperienze condotte a livello internazionale [1-3].

Nella Direttiva EU/2001/2018, anche nota come *RED II*, la Commissione Europea definisce le CER «coalizioni di cittadini, piccole medie imprese e autorità locali, comprese le amministrazioni comunali, che risultano in grado

di produrre, consumare e scambiare energia prodotta da fonti rinnovabili, con il principale fine di fornire benefici ambientali, economici o sociali alla comunità stessa o alle aree locali in cui essa opera».

Con la medesima direttiva gli Stati membri sono tenuti a procedere ad una valutazione degli ostacoli esistenti e del potenziale di sviluppo delle CER nei propri territori, oltre che a fornire un adeguato quadro di sostegno atto a promuoverle e agevolarle [4]. In Italia, il DLgs 199/2021 ha recepito tale direttiva, aggiornando il quadro normativo nazionale precedente in materia di CER.

Secondo l'attuale normativa italiana, è erogato un incentivo economico in riferimento alla quota di energia condi-

visa da impianti e utenze di consumo connessi sotto la stessa cabina primaria. Questo punto è particolarmente rilevante, in quanto implica la definizione di areali preferenziali di CER, corrispondenti alle superfici territoriali servite dalle cabine primarie¹.

Nonostante le CER abbiano ricevuto scarsa attenzione nella pianificazione urbanistica, quest'ultima può giocare un ruolo rilevante nella loro incentivazione, visto il legame spaziale delle CER con le aree locali in cui operano.

Ciò è particolarmente vero in Italia, dove la complessità del sistema di pianificazione, generalmente non aggiornato sul tema, può rendere ostico l'iter autorizzativo delle CER e rallentarne la rapida diffusione [5,6].

Inoltre, nelle cosiddette *aree interne* del nostro Paese², l'autosufficienza energetica attraverso le CER può essere una leva per il contrasto alla desertificazione demografica, tanto più perché tale strategia è già inglobata nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), in cui si prevede un canale di investimento per favorire la formazione di Comunità di Energia Rinnovabile nei comuni con popolazione inferiore a 5000 abitanti [8].

Dipendendo la fattibilità tecnica delle CER dalla prossimità spaziale ad impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili (FER), si pone la necessità di far convergere tali obiettivi con la salvaguardia delle risorse storico-architettoniche, naturalistiche, ecologiche, paesaggistiche ed ambientali di cui l'intero territorio nazionale vanta una presenza significativa nel panorama internazionale.

Ciò assume particolare rilevanza nelle aree interne, laddove i suddetti valori territoriali sono stati maggiormente preservati dal limitato impatto antropico.

In tale scenario, questo lavoro pone attenzione al rapporto tra la promozione delle CER e la tutela della biodiversità nella pianificazione urbanistica di comuni appartenenti alle aree interne. La biodiversità, oltre ad essere fondamentale per la continuità della vita, è legata alla funzionalità degli ecosistemi, alla loro resilienza rispetto a minacce naturali e antropiche, condizionando, dunque, la qualità dei servizi da essi offerti [9].

Favorire la progettazione di reti ecologiche, quali infrastrutture verdi e blu, al fine di promuovere l'incremento della biodiversità e sviluppare l'offerta di servizi ecosistemici essenziali per le popolazioni residenti, è tra le misure proposte per l'aggiornamento della Strategia Nazionale per la Biodiversità (SNB) verso la *SNB 2030* [10].

La costruzione della rete ecologica a scala regionale, provinciale e comunale è indispensabile per scoraggiare la redazione di strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica responsabili della perdita di biodiversità.

Tale assunto è ormai inglobato nelle Leggi Regionali di

Governo del Territorio e acquisito nella prassi pianificatoria [11]. Come detto, le CER sono invece ancora poco indagate nella pianificazione urbanistica, pertanto la relazione tra reti di utenti aggregabili in una CER e reti ecologiche rappresenta una nuova linea di ricerca.

2. Obiettivi

Il lavoro si inquadra in un più ampio progetto di ricerca, finalizzato a promuovere le CER attraverso gli strumenti di pianificazione urbanistica. La ricerca finora condotta ha dato esito alla definizione di una metodologia di supporto alle decisioni per la localizzazione di aree urbane in cui sperimentare in via prioritaria tale finalità, individuando spazialmente gli ostacoli e il potenziale di sviluppo delle CER a scala infra-comunale. Gli ostacoli sono intesi come i vincoli all'installazione di impianti di energia da fonti rinnovabili, mentre il potenziale è individuato nelle aree urbane dove ci si aspetta una massimizzazione dei benefici apportati dalle CER, con particolare riferimento alla riduzione della povertà energetica.

Le aree a maggior potenziale e contemporaneamente non interessate da ostacoli sono ritenute prioritarie [12]. Tra i vincoli, individuati sulla base delle linee guida elaborate dal gruppo di Ricerca in seno al gestore nazionale del Servizio Energetico (RSE), sono presenti le aree che svolgono funzioni determinanti per la conservazione della biodiversità, quali aree di connessione e continuità ecologico-funzionale tra i vari sistemi naturali e seminaturali [13]. A scala infra-urbana, la fonte per l'individuazione spaziale dettagliata di tali aree è rappresentata da uno specifico elaborato del Piano Urbanistico Comunale (PUC), rappresentante il progetto della Rete Ecologica Comunale.

Tuttavia, nell'ordinaria attività pianificatoria non sono generalmente disponibili *open data* che consentano di avere accesso a tali informazioni, in quanto si tratta di un elaborato prodotto nell'ambito di studi specialistici appositamente commissionati dalle Amministrazioni Comunali. Peraltro, è frequente che la suddetta elaborazione sia resa disponibile nella fase finale del processo di pianificazione. Ciò preclude la possibilità di avere una conoscenza complessiva degli ostacoli esistenti alla formazione delle CER sin dalle prime fasi della formazione dello strumento urbanistico comunale (Preliminare di PUC), al fine di accelerarne la rapida diffusione, oltre che di promuoverne la formazione senza ledere la biodiversità locale.

Se questo approccio è generalmente condivisibile, esso è di particolare rilievo nelle aree interne, laddove non si

¹La mappa nazionale delle aree servite dalle cabine primarie è stata recentemente resa accessibile online da alcuni gestori, tenuti a rendere pubblico tale dato in virtù del DLgs 199/2021.

²Le aree interne in Italia sono state individuate per localizzare aree *target* in cui sperimentare prioritariamente la *Strategia Nazionale per le Aree Interne* (SNAI), elaborata al fine contrastare il fenomeno dello spopolamento che caratterizza in forma grave tali aree. Il criterio scelto fa riferimento ad un indicatore di accessibilità, cioè al tempo di percorrenza necessario per raggiungere i poli urbani di offerta di alcuni servizi considerati essenziali (sanità, istruzione, mobilità). La mappatura effettuata, su base comunale, classifica i comuni italiani, all'aumentare del tempo di percorrenza dal polo più prossimo, in *poli urbani*, *aree di cintura* ed *aree interne*, queste ultime a loro volta suddivise in *intermedie*, *periferiche* ed *ultraperiferiche* [7].

riscontra una eccessiva frammentazione del paesaggio boschivo e agrario, tipicamente avvenuta nei contesti territoriali più prossimi ai poli urbani. Pertanto, la ricchezza di risorse naturalistiche che caratterizza le aree interne favorisce una elevata biodiversità, la cui tutela è imprescindibile, anche per il ruolo compensativo che tali aree rivestono rispetto a quelle metropolitane, in cui la varietà biologica è severamente compromessa.

In tale quadro di riferimento teorico, l'obiettivo specifico di questo contributo è perfezionare la metodologia già proposta relativamente all'individuazione dei vincoli spaziali alla diffusione delle CER a scala locale, specificando i criteri e le modalità per l'individuazione delle aree per la conservazione della biodiversità. A tale scopo, il presente lavoro propone una metodologia speditiva per costruire la Mappa della Connettività ecologica a scala urbana, a partire da dati disponibili sin dalle prime fasi del processo di pianificazione urbanistica.

Il metodo, descritto alla successiva Sezione 3, è applicato al territorio comunale di Roccabascerana, appartenente al contesto delle aree interne della Regione Campania, come precisato alla Sezione 4. I risultati di tale applicazione sono illustrati e discussi alla Sezione 5, che contiene anche alcune riflessioni conclusive e gli sviluppi futuri del lavoro.

3. Metodologia

Il flusso metodologico ripercorre e integra un metodo proposto dal Gruppo di ricerca in Tecnica e Pianificazione Urbanistica (GTPU) dell'Università di Salerno, cui l'autrice afferisce. Tale metodo è teso a mappare spazialmente la connettività ecologica, vale a dire il grado con cui la matrice territoriale facilita o impedisce lo scambio di individui di una specie tra *patch* di *habitat*³, allo scopo di orientare la progettazione della Rete Ecologica Comunale [16].

Nella metodologia che qui si propone, la costruzione della Mappa della Connettività ecologica passa attraverso quattro fasi, finalizzate alla elaborazione delle seguenti mappe tematiche, rispettivamente: Mappa delle Interferenze; Mappa della Resistenza; Mappa della Prossimità agli elementi primari; Mappa della Connettività ecologica.

3.1. Mappa delle Interferenze

La prima fase riguarda la localizzazione spaziale delle potenziali interferenze al naturale transito delle specie.

Si tratta degli elementi insediativi ed infrastrutturali, in corrispondenza dei quali è maggiore la pressione antropica, ovvero la frammentazione dei corridoi naturali di flusso, in particolare i seguenti: edifici, inseriti o meno in aree costruite; infrastrutture viarie, ferroviarie e tecnolo-

giche. I dati necessari all'implementazione di tale *step* metodologico sono ordinariamente a corredo dell'attività pianificatoria. Più precisamente, essi sono reperibili nel *database* topografico regionale relativo al comune indagato, da cui estrarre gli strati informativi, o *layer*, degli edifici e delle infrastrutture lineari, e dal *dataset* delle località abitate fornito dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), fonte per il tematismo relativo alle aree costruite.

3.2. Mappa della Resistenza

La seconda fase è tesa a mappare la capacità degli organismi di percorrere i diversi tipi di suolo attraverso la matrice territoriale in cui si collocano le unità frammentate di *habitat*. Tale capacità è l'inverso della resistenza opposta da ciascun uso del suolo, stimata attraverso l'assegnazione di un valore qualitativo (Resistenza Molto bassa, Bassa, Media, Alta, Molto Alta), sulla base della letteratura in materia [17].

I dati di *input* necessari a condurre la valutazione sono rappresentati dalle informazioni sull'uso e la copertura dei suoli appartenenti al territorio comunale indagato, desumibili dalla Carta dell'Uso Agricolo del Suolo (CUAS). Quest'ultima è una elaborazione specialistica la cui redazione è obbligatoria per l'adozione del PUC secondo la normativa nazionale e regionale vigente.

In mancanza di tale elaborato nelle fasi iniziali di pianificazione, in alternativa è possibile ricavare i dati di *input* dalla *Corine Land Cover*, espressiva dell'uso del suolo al livello più dettagliato disponibile, ritenuto adeguato alla scala spaziale indagata.

3.3. Mappa della Prossimità agli elementi primari

La terza fase riguarda la definizione della prossimità agli elementi primari, indicativa della massima distanza che le specie sono disposte a percorrere nell'attraversamento della matrice territoriale, durante il transito da un *habitat* primario ad un altro. Per 'elemento primario' si intende un'area territoriale più o meno vasta, che non è stata modificata sostanzialmente dall'intervento antropico, per cui è idonea alla diffusione naturale di una specie. Il valore soglia relativo alla distanza percorribile varia a seconda delle specie che popolano l'area oggetto di studio, ma anche della localizzazione delle possibili interferenze presenti nella matrice territoriale.

Tale valore, cioè, si attesta, a seconda delle differenti specie, lungo la minima distanza priva di interferenze che congiunge due *patch* di *habitat* primario.

La massima distanza percorribile, così individuata, è suddivisa in cinque intervalli di valori uguali, corrispondenti alle classi definite per la mappa di cui alla fase precedente (Prossimità Molto Bassa, Bassa, Media, Alta, Molto Alta).

³In seguito alla pubblicazione della teoria della biogeografia insulare [14], nelle discipline afferenti alla biologia della conservazione è ampiamente riconosciuto il concetto secondo cui una macchia o *patch* di *habitat* è un'area naturale dove la varietà delle specie, l'abbondanza e la presenza di singole specie variano a seconda della dimensione e dell'isolamento della singola *patch* rispetto alle altre. L'isolamento delle varie *patches* cresce all'aumentare di un processo di frammentazione, naturale, semi-naturale o antropico, che interviene su una preesistente distribuzione degli *habitat* priva di soluzioni di continuità [15].

3.4. Mappa della Connettività ecologica

La quarta e ultima fase consente di ottenere la Mappa della Connettività ecologica, intersecando la mappa tematica della Prossimità agli elementi primari con quella della Resistenza.

A tale scopo, si propone una specifica matrice (vedi Tab. 1), in applicazione della quale la Connettività ecologica varierà secondo le cinque classi già individuate per le precedenti mappe: *Molto Bassa, Bassa, Media, Alta, Molto Alta*.

Connettività ecologica		Resistenza				
		Molto Alta	Alta	Media	Bassa	Molto Bassa
Prossimità agli elementi primari	Molto Alta	Molto Bassa	Molto Bassa	Bassa	Media	Alta
	Alta	Molto Bassa	Molto Bassa	Bassa	Media	Alta
	Media	Molto Bassa	Bassa	Media	Alta	Molto Alta
	Bassa	Molto Bassa	Bassa	Media	Alta	Molto Alta
	Molto Bassa	Molto Bassa	Bassa	Media	Alta	Molto Alta

Tab. 1 - Matrice per la valutazione del grado di Connettività ecologica. (fonte: propria elaborazione)

4. Caso di studio

Il comune di Roccabascerana, che si estende per 12,46 km², è situato nel distretto storico dell'Irpinia in Provincia di Avellino, al confine con il territorio provinciale di Benevento (vedi Fig. 1). Distando 22 km da Avellino e 20 km da Benevento, che rappresentano i poli urbani più prossimi, Roccabascerana si classifica come area interna *In-termedia* nell'ambito della mappatura effettuata a supporto dell'individuazione delle aree target della SNAI. Pertanto, il comune non è destinatario di specifici finanziamenti nell'ambito della strategia, mentre è candidabile quale beneficiario dei fondi per la realizzazione di CER che il PNRR rivolge ai comuni con popolazione inferiore ai 5000 abitanti.

Analogamente a molti comuni appartenenti alle aree interne italiane, l'analisi dell'andamento demografico evidenzia una progressiva diminuzione della popolazione, che dalle 3.962 unità del secondo dopoguerra conta 2.366 abitanti nel 2011 e 2.319 al censimento ISTAT del 31 dicembre 2021 [18].

Nonostante le difficoltà amministrative e gestionali che caratterizzano i piccoli comuni del Mezzogiorno, il Comune oggetto di studio ha espletato il processo di redazione del nuovo Piano Urbanistico Comunale (PUC), con il supporto scientifico del GTPU, nell'ambito di una Convenzione Istituzionale tra l'ente locale e il Dipartimento di Ingegneria Civile⁴.

Dalle analisi conoscitive condotte in virtù della suddetta convenzione, emerge come il Piano Territoriale Regionale (PTR) ricomprenda il territorio comunale di Roccabascerana nel Sistema Territoriale di Sviluppo (STS) a domi-

nante naturalistica *AB Partenio*, per il quale individua nella difesa della biodiversità una strategia di primaria importanza⁵.

Nella Rete Ecologica Regionale, pur non intercettando alcun corridoio ecologico di progetto, Roccabascerana si colloca in posizione quasi baricentrica tra due Parchi Regionali, quello del Partenio e il Parco del Taburno, ubicati a sud-ovest e a nord-ovest del territorio comunale, rispettivamente.

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) inserisce Roccabascerana nel Sistema di città *Città Caudina*⁶, in quanto il centro abitato principale, con i suoi 417 m s.l.m., sorge nella Valle Caudina, a ridosso delle pendici appenniniche, caratteristica che rende il territorio comunale ricco di valori naturalistici, ecologici, geomorfologici ed ambientali di notevole interesse.

La Rete Ecologica Provinciale individua sul territorio oggetto di studio gli *Ecosistemi ed elementi di interesse ecologico e faunistico*, che, secondo le prescrizioni del PTCP, non possono essere oggetto di previsioni di espansione urbana, oppure, nel caso di aree già urbanizzate in essi ricadenti, i PUC devono promuovere interventi di mitigazione degli impatti sugli ecosistemi interessati.

Tali ecosistemi corrispondono per lo più alle estese superfici boscate presenti nel comune in esame, che risultano essere non contigue tra loro, essendo frammentate da aree di più diretta interferenza degli elementi insediativi ed infrastrutturali, dunque la tutela delle sole aree boscate non è sufficiente a preservare efficacemente la biodiversità.

⁴Il Responsabile scientifico delle attività previste dalla Convenzione è il Prof. Roberto Gerundo, direttore del Laboratorio GTPU, mentre l'autrice ha curato gli aspetti di ricerca e applicativi connessi alla promozione delle Comunità Energetiche Rinnovabili attraverso il Piano Urbanistico Comunale, oggetto del presente contributo.

⁵Con il termine Sistemi Territoriali di Sviluppo, il Piano Territoriale Regionale individua aree intercomunali per le quali delineare strategie di sviluppo condivise. I STS, individuati in numero di 45 sull'intero territorio regionale, sono classificati in funzione di dominanti territoriali, in particolare le seguenti: naturalistica, rurale-culturale, rurale-manifatturiera, urbana, urbano-industriale, paesistico-culturale. Per ciascuna classe il PTR propone una matrice di indirizzi strategici, ai quali attribuisce peso differente, compreso tra i valori 1 e 4, a seconda dei singoli STS. In particolare, per il STS *AB - Partenio*, la matrice attribuisce all'indirizzo *Difesa della biodiversità* un rilevante valore strategico da rafforzare, che si traduce nell'attribuzione di un peso pari a 3.

⁶Il PTCP identifica sul territorio provinciale di Avellino 20 Sistemi di città costituiti da raggruppamenti di comuni limitrofi per i quali è riconoscibile una visione comune di strategie per lo sviluppo e l'assetto del territorio, oltre che auspicabile una pianificazione comunale coordinata. I Sistemi di Città sono intesi quali città policentriche, composte da centri che, attraverso la specializzazione di funzioni e servizi, possano favorire il riequilibrio interno al territorio provinciale, con il proposito di evitare il perdurare del fenomeno dello spopolamento.

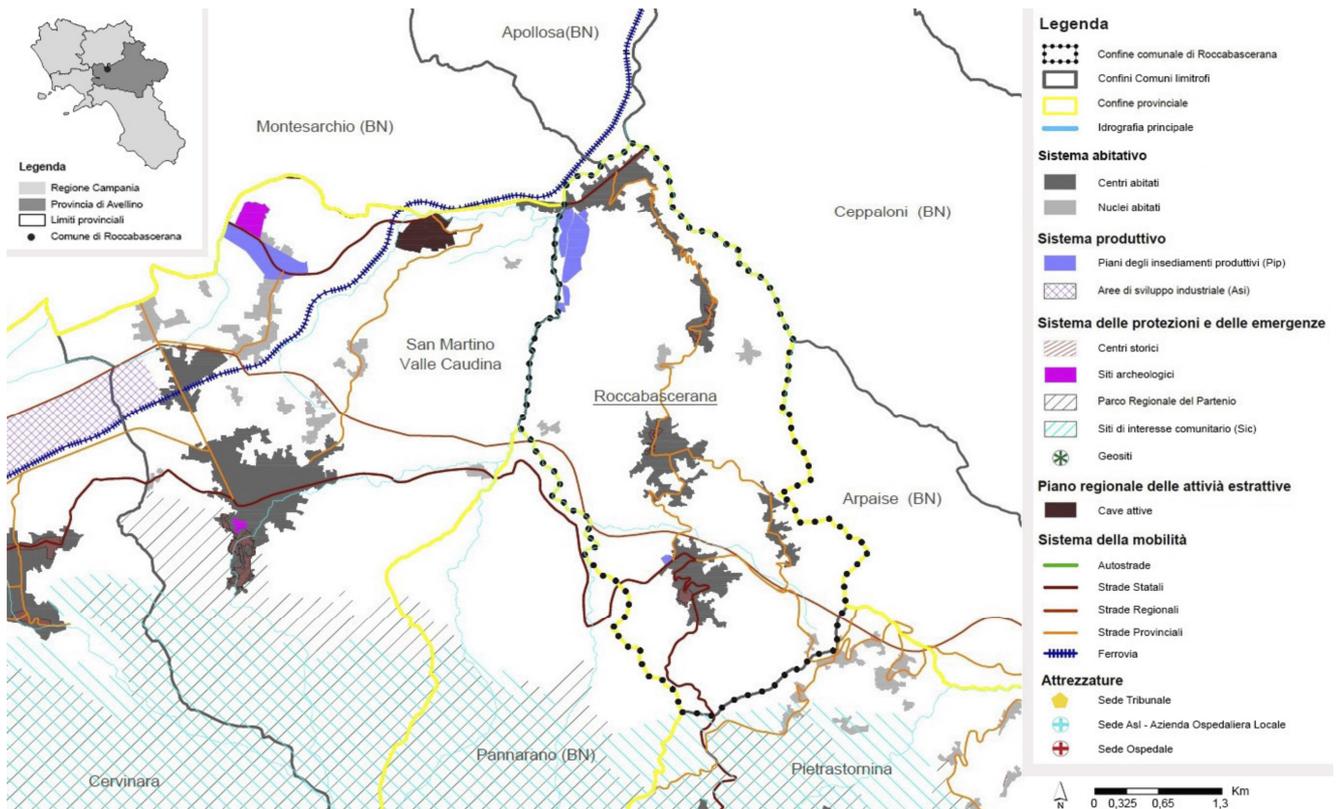


Fig. 1 - Inquadramento territoriale del comune oggetto di studio.
(fonte: propria elaborazione)

Il PTCP, infatti, nel definire la Rete Ecologica di livello provinciale, rimanda al Puc la definizione della rete locale, al fine di assicurare la continuità degli *habitat* ad un livello più dettagliato. In particolare, per il comune in esame, di rilievo è l'indirizzo per la pianificazione comunale in merito alla necessità di garantire un elevato grado di continuità della rete ecologica locale, al fine di favorire le relazioni trasversali tra il Partenio e il Taburno, soprattutto alla luce della presenza di insediamenti produttivi e della previsione di infrastrutture stradali significative [19]. Nella porzione nord-occidentale del territorio comunale sorge, infatti, una estesa area produttiva, che rappresenta un centro industriale di riferimento anche per i comuni contermini. La valenza dell'insediamento produttivo sarà verosimilmente rafforzata, in quanto il territorio comunale è interessato dalla realizzazione di un asse di collegamento intercomunale, destinato a connettere le Aree di Sviluppo Industriale (ASI) di Paolisi (BN) e Pianodardine (AV). Il Comune di Roccabascerana, pertanto, si pone quale caso di studio ottimale alla luce della tematica trattata nel presente contributo.

5. Risultati e Discussione

L'applicazione della metodologia presentata al caso di studio è stata effettuata con l'ausilio dei Sistemi Informativi Geografici (GIS). Mediante il *software* ArcGis (Esri,

U.S.), si è costruito un *geodatabase*, nel quale sono stati inclusi i dati di *input* necessari all'implementazione delle operazioni descritte alla Sezione 3. Tale sperimentazione ha dato esito alla elaborazione delle mappe tematiche necessarie per la costruzione della Mappa della Connettività ecologica: Mappa delle Interferenze (vedi Fig. 2a), Mappa della Resistenza (vedi Fig. 2b); Mappa della Prossimità agli elementi primari (vedi Fig. 2c).

Dalla Mappa delle Interferenze, si evince come queste siano rappresentate per lo più dal centro abitato principale e dalle sue varie frazioni, unitamente all'area industriale e alla viabilità, oltre ad edifici sparsi in aree di matrice per lo più rurale⁷. Si può notare come gli elementi insediativi e infrastrutturali occupino, nel complesso, una superficie territoriale ridotta rispetto all'intera superficie comunale.

Quest'ultima è invece estesamente interessata da aree boscate, riconducibili agli *habitat* primari, che risultano poco frammentati: la distanza minima, priva di interferenze, tra *patch* di *habitat* risulta essere pari a circa 45 m, mentre la massima è circa 1 km.

Per quanto riguarda la distanza che le specie sono disposte a percorrere, nel caso di studio si è fatto riferimento ai valori soglia individuati nello studio che precede questo lavoro, in cui viene preso in esame un comune appartenente allo stesso contesto geografico e popolato da analoghe specie [16].

⁷Nell'applicazione condotta nel presente lavoro, non sono stati considerati tra le interferenze gli edifici isolati esistenti in aree di matrice rurale, ovvero non rientranti nel tessuto urbano discontinuo e, pertanto, assimilabili ad ostacoli di tipo puntuale, ritenuti trascurabili alla scala di dettaglio indagata.

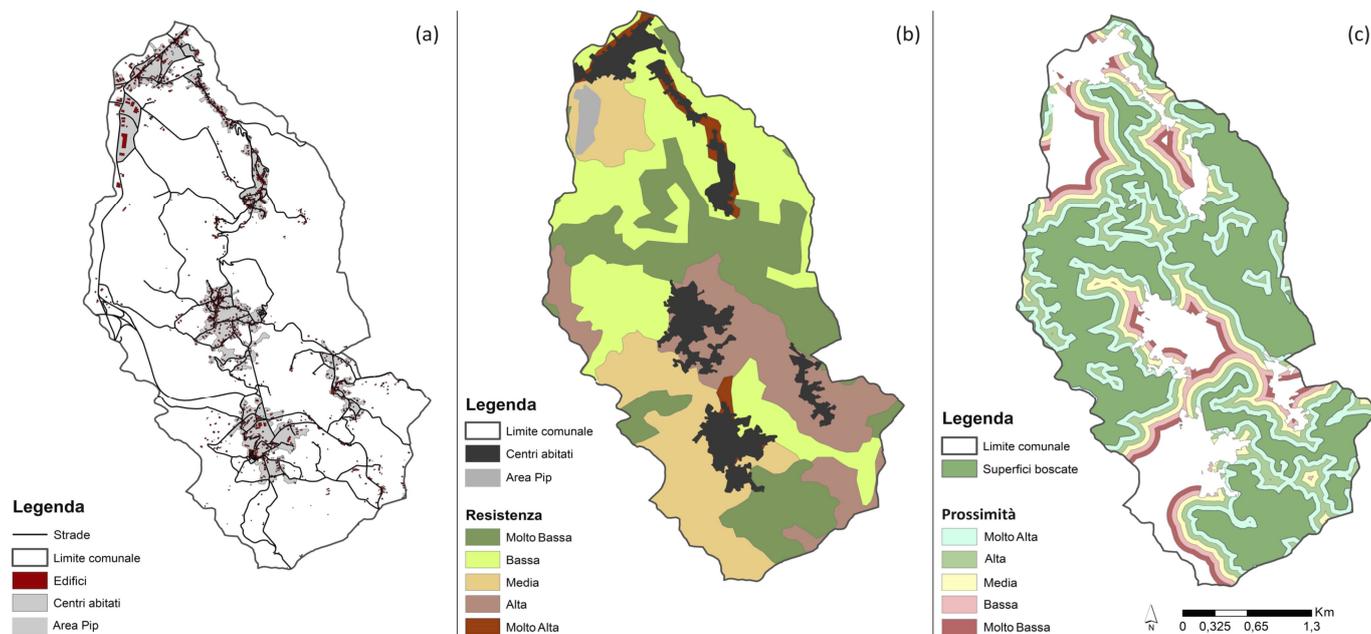


Fig. 2 - Mappa delle Interferenze (a), Mappa della Resistenza (b), Mappa della Prossimità agli elementi primari (c) ottenute per il caso di studio. (fonte: propria elaborazione)

Al di fuori delle interferenze e degli habitat primari, la matrice territoriale si presenta per lo più rurale, con usi del suolo aventi resistenza differente secondo la letteratura tecnico-scientifica di riferimento (vedi Tab. 2).

Usi del suolo (Corine Land Cover)	Resistenza
Tessuto urbano discontinuo	Molto Alta
Sistemi culturali e particellari complessi	Alta
Culture temporanee associate a culture permanenti	Media
Aree prevalentemente occupate da culture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	Bassa
Boschi di latifoglie	Molto Bassa

Tab. 1 - Valori di resistenza per usi del suolo nel comune oggetto di studio. (fonte: propria elaborazione)

La Mappa della Connettività ecologica (vedi Fig. 3), ottenuta implementando la matrice proposta in ambiente GIS attraverso un'analisi raster, ha consentito il riconoscimento di potenziali corridoi di flusso nelle aree a connettività più elevata, supportando la progettazione della Rete Ecologica Comunale, di cui si riporta la proposta effettuata (vedi Fig. 4).

In ultima analisi, la Mappa della Connettività ecologica può rappresentare la fonte per una ricognizione delle aree che svolgono funzioni determinanti per la conservazione della biodiversità a scala locale, nell'ambito dell'individuazione dei vincoli spaziali alla diffusione delle CER a tale livello di indagine. Questo aspetto non vuole rappresentare un limite alla rapida diffusione delle Comunità Energetiche Rinnovabili.

Al contrario, uno dei principali punti di forza delle CER è che esse consentono di localizzare gli impianti di produzione di energia rinnovabile laddove è più opportuno,

senza escludere potenziali membri i cui edifici siano ubicati in aree non idonee all'installazione di impianti FER⁸. La conoscenza approfondita delle aree non idonee, a scala locale, è però fondamentale per orientare la pianificazione urbanistica verso scelte che promuovano configurazioni spaziali di CER socialmente, economicamente ed ambientalmente sostenibili. In tale direzione, questo lavoro si è soffermato sulla tutela della biodiversità, un aspetto scarsamente indagato nella ricerca di configurazioni spaziali ottimali di CER, a scala infra-urbana, nella letteratura scientifica in materia.

I dati di input utili all'applicazione della metodologia proposta, che rientrano nel quadro conoscitivo del Piano Urbanistico Comunale, sono liberamente accessibili sin dalle prime fasi del processo di pianificazione, in quanto derivanti da banche dati periodicamente aggiornate e rilasciate ufficialmente da enti e organismi pubblici.

Il modello, pertanto, può essere applicato agevolmente ad altri casi di studio appartenenti al contesto territoriale delle aree interne, che rappresenta un possibile sviluppo futuro del lavoro. In contesti largamente urbanizzati e infrastrutturati la ricerca delle possibili connessioni ecologiche tra habitat primari non è possibile a scala locale, ma richiede un livello di analisi differente, corrispondente alla scala intercomunale o di area vasta.

⁸L'unico limite, alla luce delle specifiche tecniche imposte dalla normativa vigente, è che i potenziali utenti di una CER ricevono incentivi economici se gli edifici e gli impianti sono ubicati entro il perimetro di una stessa cabina primaria. Tale vincolo spaziale è però facilmente superabile nelle aree interne, laddove le reti servite dalle cabine primarie hanno dimensione intercomunale, come si evince dalla mappa delle cabine primarie fornita per l'intero territorio nazionale [20].

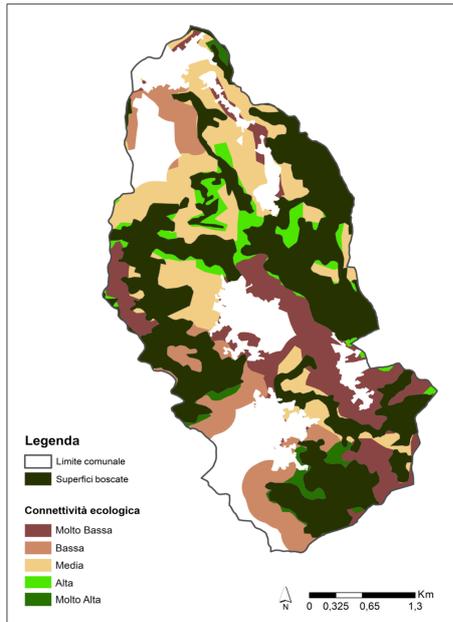


Fig. 3 - Mappa della Connettività ecologica ottenuta per il caso di studio. (fonte: propria elaborazione)

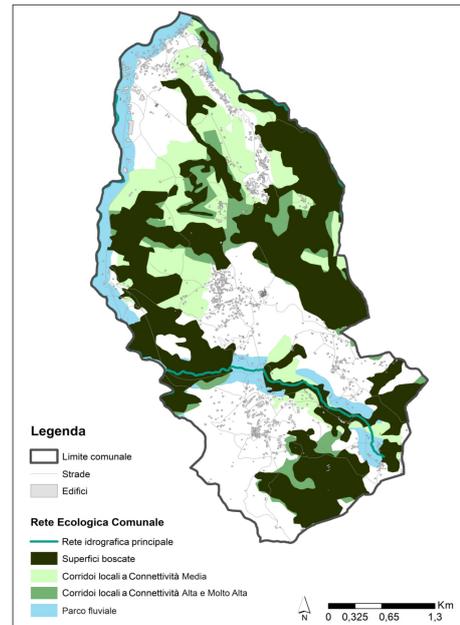


Fig. 4 - Proposta di Rete Ecologica Comune. (fonte: propria elaborazione)

Bibliografia

- [1] Brummer V.: *Community energy - benefits and barriers: A comparative literature review of Community Energy in the UK, Germany and the USA, the benefits it provides for society and the barriers it faces*. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 94, pp. 187 - 196, 2018
- [2] McCabe A., Pojani D., Broese van Groenou A.: *Social housing and renewable energy: Community energy in a supporting role*. In: *Energy Research & Social Science*, n. 38, pp. 110 - 113, 2018
- [3] Koltunov M., Bisello A.: *Multiple Impacts of Energy Communities: Conceptualization Taxonomy and Assessment Examples*. In: Bevilacqua C., Calabrò F., Della Spina L. (eds.): *New Metropolitan Perspectives. NMP 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies*, n. 178, pp. 1081 - 1096, Springer, Cham, 2021
- [4] European Commission, EU: *Directive [EU] 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources*, 2018
- [5] De Lotto R., Micciché C., Venco E.M., Bonaiti A., De Napoli R.: *Energy Communities: Technical, Legislative, Organizational, and Planning Features*. In: *Energies*, vol. 15(5), p. 1731, 2022
- [6] Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)*, 2019. Maggiori informazioni su: https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf
- [7] Dipartimento per le Politiche di Coesione della Presidenza del Consiglio dei Ministri, DPS: *Strategia Nazionale per le Aree Interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance, Documento tecnico collegato alla bozza di Accordo di Partenariato 2014-2020 trasmessa alla CE il 9 dicembre 2013*
- [8] Governo Italiano: *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)*, 2021. Maggiori informazioni su: <https://italiadomani.gov.it/it/home.html>
- [9] Oliver T.H., Heard M.S., Isaac N.J.B., Roy D.B., Procter D., Eigenbrod F., Freckleton R., Hector A., Orme C.D.L., Petchey O.L., Proenca V., Raffaelli D., Blake Suttle K., Mace G.M., Martin-Lopez B., Woodcock B.A., Bullock J.M.: *Biodiversity and Resilience of Ecosystem Functions*. In: *Trends in Ecology & Evolution*, n. 30, pp. 673 - 684, 2015
- [10] Ministero della Transizione Ecologica, MITE: *Strategia Nazionale per la Biodiversità 2011-2020. RAPPORTO FINALE CONCLUSIVO*, MITE, Roma, 2021
- [11] Istituto Superiore per la Protezione Ambientale, ISPRA: *Le reti ecologiche nella pianificazione territoriale ordinaria*, ISPRA, Roma, 2010
- [12] Gerundo R., Marra A.: *A Decision Support Methodology to Foster Renewable Energy Communities in the Municipal Urban Plan*. In: *Sustainability*, vol. 14(23), p. 16268, 2022
- [13] Ricerca sul Sistema Energetico, RSE: *Le Comunità Energetiche in Italia; Note per il Coinvolgimento dei Cittadini Nella Transizione Energetica*, Editrice Alkes, Milano, 2021
- [14] MacArthur R.H., Wilson E.O.: *The theory of island biogeography*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1967
- [15] Battisti C.: *Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica*. Provincia di Roma, Assessorato alle politiche ambientali, Agricoltura e Protezione civile, Roma, 2004
- [16] Fasolino I., Gerundo R., Grimaldi M.: *Un approccio GIS-based per la costruzione della rete ecologica alla scala locale*. In: Sessa S., Di Martino F., Cardone B. (eds.): *GIS DAY 2014 - Il Gis per il governo e la gestione del territorio*, pp. 199 - 207, Aracne, 2015
- [17] Patrono A., Saldana A.: *Modeling with neighbourhood operators. ILVMS 2.1 Application Guide*. ILWIS Department-ITC, Enschede, 1997
- [18] Istituto Nazionale di Statistica, ISTAT: *Dati sulla popolazione residente al 31 dicembre di ogni anno nei Comuni Italiani*. Maggiori informazioni su: <https://demo.istat.it>
- [19] Provincia di Avellino: *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), Schede dei Sistemi di Città. Indicazioni per la pianificazione comunale coordinata*, Città Caudina, 2014.
- [20] E-distribuzione: *Mappa delle aree servite dalle cabine primarie*, 2023. Maggiori informazioni su: <https://www.e-distribuzione.it/a-chi-ci-rivolgiamo/casa-e-piccole-imprese/comunita-energetiche.html>

