

2.3

L'UTILIZZO DELLE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER) E I RISCHI PER IL PAESAGGIO AGRICOLO: PRIME RIFLESSIONI

THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES (FER) AND RISKS FOR THE AGRICULTURAL LANDSCAPE: FIRST REFLECTIONS

*Michele Pezzagno, Marco Rosini
Università degli Studi di Brescia, Italia*

With the significant exception of hydroelectric power plants and traditional biomass burning, renewable energy (RE) have so far represented a limited share of global primary energy. However, renewable power generation technologies, with specific reference to wind and solar plants, have consistently followed a steep price-experience learning curve: new solar photovoltaic power plants cost today 80 percent less than those built ten years ago and since 2013 the world is annually adding more capacity for renewable power than coal, natural gas, and oil combined. The impressive and largely unforeseen reduction of total RE generation costs, together with emerging options for energy storage, is empowering new distributed power generation models and some analysts suggest that electricity produced from large scale solar plants will be soon cheaper than power produced from any conventional technology, in many European countries.

The perspective of a power generation system strongly based on renewable sources represents a thrilling opportunity for climate change mitigation, but also raise concerns about potential risks. In this context, a first analysis of the Italian scenario is proposed, and the relevance of a possible transition to a power generation system based on renewables in terms of soil consumption and potential competition with agriculture is discussed.

Renewable power plants have generally low environmental impacts, particularly in terms of pollutants emissions, but due to the need of harvesting diluted

forms of energy (solar radiation and wind) have a different spatial scale with respect to traditional thermal power plants. The adoption of a distributed power generation model based on renewable sources can produce positive social, environmental and economic effects, but implies relevant transformations at landscape level and hence needs to be properly managed.

Local authorities and communities should be aware of the transition scale and importance, being involved and empowered in designing future energy landscapes. Fostering the adoption of renewable energy, the Italian legislation has introduced the concept of "not suitable areas" for RE plants, but the approach adopted so far in the authorization process appears insufficient for achieving high quality results at local scale. In this perspective, pro-active planning tools should be adopted to orient the deployment of renewable power plants at district level, filling the gap between building efficiency policies and large-scale energy plans, toward the definition of collectively shared renewable energy landscapes.

Introduzione: un cambio di paradigma inatteso

Lo scenario energetico globale sta attraversando una fase di transizione molto complessa: fattori tecnologici, geopolitici ed economici stanno mettendo pressione su un modello - che comprende la produzione, la distribuzione e il consumo di energia - che è stato strutturalmente stabile per decenni.

Lo studio qui proposto non si propone di condurre un'analisi completa dell'argomento, che richiederebbe uno sforzo di diversa portata e che dovrebbe tenere conto del vasto dibattito sui cambiamenti climatici in corso, in preparazione della Conferenza di Parigi 2015 (Colombo, 2014), ma si concentra sulla repentina evoluzione della produzione di energia da fonti rinnovabili: un fenomeno che ha conseguenze rilevanti a livello di paesaggio e che merita pertanto di essere attentamente considerato da pianificatori e urbanisti.

Per inquadrare adeguatamente il cambiamento in atto sono state analizzate due serie di autorevoli rapporti in materia condotti su scala globale, prodotti rispettivamente dall'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA) e dal Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC).

Fino a pochi anni fa le tecnologie di generazione da fonti rinnovabili erano considerate teoricamente promettenti, ma certamente non adeguate per fornire un contributo sostanziale alla domanda energetica globale. Con poche eccezioni, gli analisti tecnici ed economici sono stati quindi colti di sorpresa dalla inaspettata riduzione dei costi di produzione di energia da FER. Guardando previsioni e scenari proposti anche solo qualche anno fa, è oggi possibile apprezzare sia la velocità della transizione in corso, sia la difficoltà di formulare ipotesi, anche solo a breve termine, nel settore dell'energia.

A partire dal 2006, l'Agenzia Internazionale per l'Energia ha pubblicato la relazione biennale "Energy Technology Perspectives" (IEA, 2006, 2008, 2010, 2012 e 2014), sviluppata sulla base di un modello per lo studio dell'efficienza energetica globale e del potenziale di riduzione delle emissioni di CO₂, che include il ruolo della produzione di energia da fonti rinnovabili nella lotta ai cambiamenti climatici. L'approccio adottato rende la serie facilmente comparabile con le relazioni dell'IPCC sulla mitigazione dei cambiamenti climatici preparate dal gruppo di lavoro III (IPCC 2001, 2007 e 2014), che sono state quindi utilizzate come adeguato termine di confronto.

Reduction in CO₂ emissions in the Map scenario by technology area
(share of reduction below Baseline Scenario in 2050)

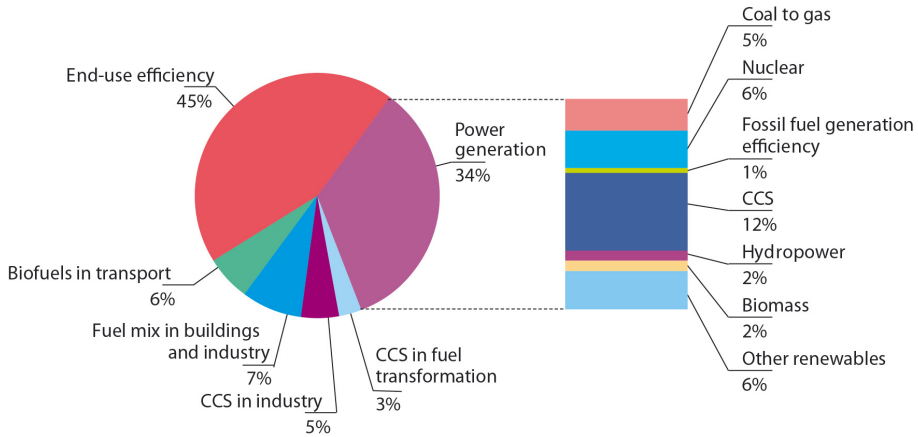


Figura 1
Contributo potenziale delle tecnologie di riduzione delle emissioni di CO₂ entro il 2050
nei AIE Energy Technology Perspectives 2006 (fonte: IEA, 2006)

Può non sorprendere il fatto che nel 1990 (1) le energie rinnovabili fossero a malapena menzionate dall'IPCC tra le opzioni tecniche disponibili per affrontare il cambiamento climatico. È interessante tuttavia notare come l'atteggiamento verso l'energia rinnovabile non fosse sostanzialmente mutato 15 anni più tardi.

Nel numero 2006 dell'Energy Technology Perspectives, infatti, la IEA ancora considerava le energie rinnovabili in grado di fornire un contributo pari solo al 10% delle riduzioni potenziali, comprendendo l'energia idroelettrica e biomasse, nella riduzione delle emissioni entro il 2050 rispetto allo scenario di riferimento.

Le speranze di riduzione delle emissioni erano ancora riposte nell'efficienza degli usi finali (45%) e nell'applicazione di tecnologie di cattura e stoccaggio di anidride carbonica (CCS, 20%), con un limitato contributo dell'energia nucleare pari al 6%. Nel rapporto 2006 la produzione di energia fotovoltaica (PV) era giudicata impietosamente: a meno di rivoluzioni inaspettate la tecnologia non sarebbe stata pronta per la distribuzione di massa prima del 2030, e gli investimenti necessari furono valutati nell'ordine dei 100 miliardi di dollari: molto più grandi di qualsiasi altra tecnologia rinnovabile (IEA, 2006).

La IEA e l'IPCC hanno analizzato in modo approfondito il solare fotovoltaico e l'energia eolica - le due tecnologie più rilevanti per noi, a causa del loro potenziale impatto alla scala del paesaggio - in studi specifici (IPCC, 2011 e IEA, 2014). Tutta-

(1) In effetti, i primi studi dell'IPCC (IPCC, 1990 e 1995), appaiono oggi come sguardi da un altro mondo: fu nel 1990 quando la terza crisi energetica, dopo quelle del 1973 e 1979-80, causata dalla invasione irachena del Kuwait, fu rapidamente risolta dall'intervento degli Stati Uniti, confermando un apparentemente indiscutibile status quo energetico. Non a caso le principali strategie proposte in quel momento per la riduzione delle emissioni di gas serra consistevano in miglioramenti dell'efficienza finale, nella sostituzione dei combustibili in favore del gas, nel sequestro di anidride carbonica, e in cambiamenti comportamentali (ad esempio, un aumento di lavoro nelle case attraverso la tecnologia informatica, il trasferimento modale nei trasporti, ecc.).

via, solo nel 2014 il Gruppo di lavoro III dell'IPCC ha riconosciuto che, nei sette anni dopo la relazione di valutazione precedente, le energie rinnovabili erano diventate una categoria in forte crescita nella fornitura di energia, molte tecnologie FER erano avanzate in modo sostanziale e avevano effettivamente raggiunto la maturità tecnica ed economica (IPCC 2014 - TS3.2.2).

Nel 2014 IEA ha parimenti mostrato un nuovo atteggiamento nei confronti della produzione di energia da fonti rinnovabili, in contrasto con la precedente posizione, che può essere eufemisticamente definita come molto prudente. In effetti, l'Agenzia è stata letteralmente costretta dai fatti ad adeguare continuamente le sue previsioni, aumentando il più alto contributo atteso del fotovoltaico per l'energia elettrica globale al 2050 dal 7% (IEA, 2010), al 12% (IEA, 2012) e infine al 16% (IEA, 2014).

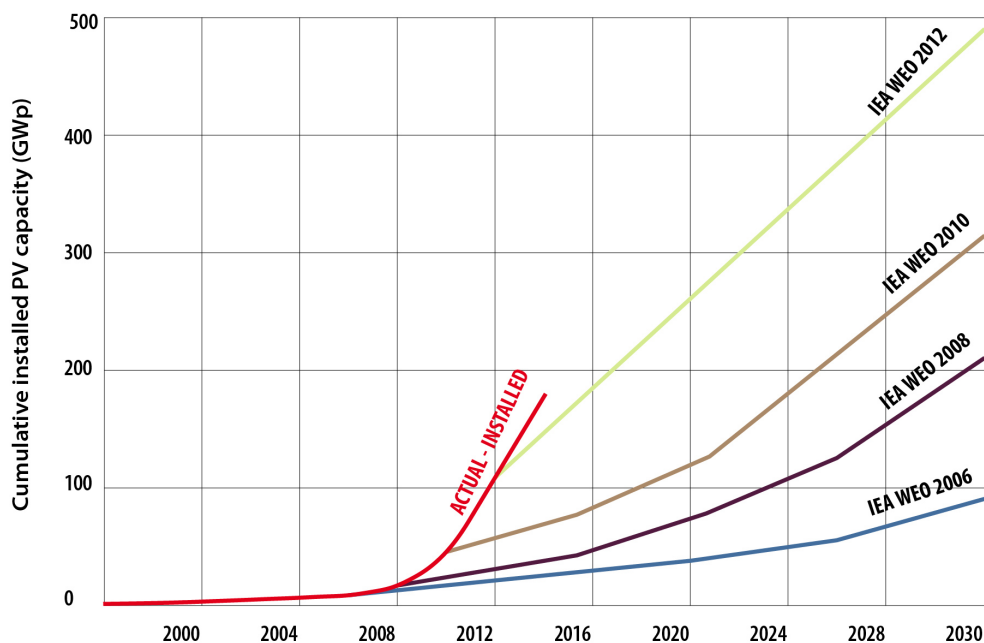


Figura 3
La crescita effettiva della capacità fotovoltaica installata
rispetto agli scenari proposti dalla IEA nei World Energy Outlook.
L'ascesa di scenari con ruolo primario delle fonti rinnovabili

Quando si considera il potenziale di una tecnologia nel ridurre le emissioni di carbonio, la velocità di diffusione è un parametro essenziale. Molti modelli utilizzati per costruire le previsioni di medio termine, tra cui quelli della IEA, hanno preso in considerazione i tassi di crescita lineare per le tecnologie FER, mentre la generazione eolica e fotovoltaica sono cresciute in modo esponenziale. Grazie a questa rapidità la capacità fotovoltaica cumulativa ha raggiunto nel corso del 2014 i 177 GWp, sufficienti per coprire l'1% della domanda elettrica a livello mondiale (IEA₂, 2014).

In un contesto globale nel quale si installa annualmente più capacità di generazione solare ed eolica rispetto all'insieme di centrali a carbone, gas naturale e petrolio, numerosi studi sono andati ben oltre le posizioni dell'AIE e dell'IPCC,

consigliando una drastica riconsiderazione del ruolo di energia solare nei sistemi energetici futuri.

Questo è il caso del rapporto AGORA pubblicato dall'Istituto Fraunhofer per i sistemi a energia solare (Fraunhofer ISE, 2015) che ha analizzato il costo attuale e futuro del fotovoltaico per la produzione di energia nei grandi impianti, arrivando a raccomandare una profonda revisione delle prospettive sui costi di generazione elettrica (2).

L'analisi tiene conto di tutti i costi relativi alla generazione fotovoltaica negli impianti per la generazione elettrica di base (*baseload power generation*), e indica che l'energia prodotta da grandi impianti fotovoltaici solari potrebbe presto diventare più conveniente di quella prodotta da qualsiasi tecnologia convenzionale in gran parte d'Europa.

A proposito di questo studio è importante puntualizzare da subito che una generazione su larga scala di PV non implica necessariamente l'adozione di impianti montati a terra, che possono determinare grandi impatti sul paesaggio.

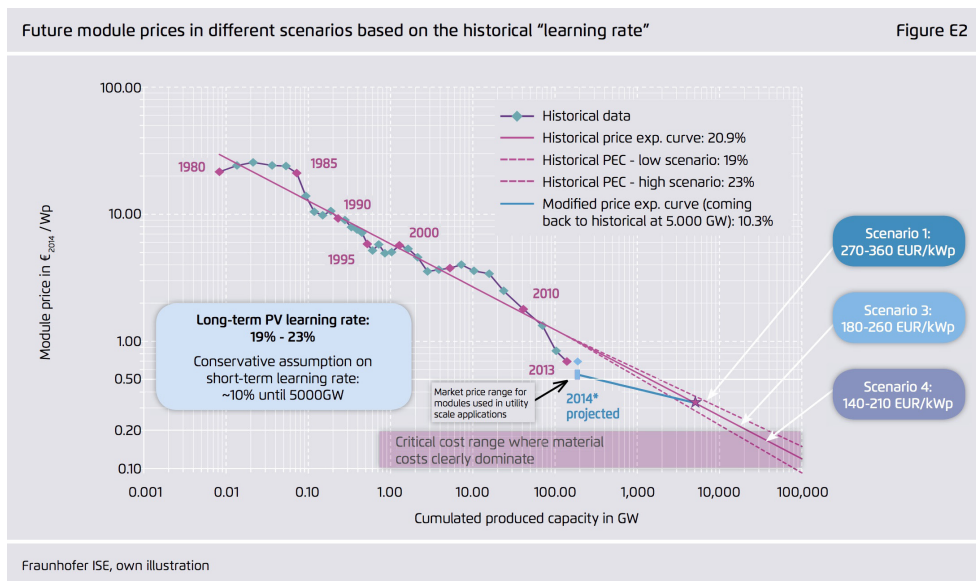


Figura 4
In scala logaritmica: tassi di apprendimento storici nei prezzi dei moduli PV e scenari di prezzo futuri (Fraunhofer ISE, 2015)

Nel determinare la convenienza economica della generazione da FER le condizioni regionali e locali hanno sicuramente un ruolo importante: in alcuni contesti particolarmente favorevoli la piena competitività con le fonti fossili è infatti già stata raggiunta (3). Secondo IRENA, nel 2014 gli impianti eolici continentali hanno

(2) Il Fraunhofer institute prevede che il LCOE (Levelised Cost Of Energy: il prezzo al quale l'elettricità deve essere generata da una fonte specifica per raggiungere l'equilibrio economico) possa scendere fino a 2-4 € cent per kWh (rispetto ai 4-16 US \$ cento previsto dall'IEA) e che il fotovoltaico installato a livello globale possa raggiungere i 30.700 GWp (rispetto ai 4.600 GWp previsti dalla IEA) entro il 2050.

(3) Nel mese di gennaio 2015, la gara per la seconda fase di Mohammed bin Rashid Solar Park di

già fornito energia a un costo inferiore rispetto ai sistemi convenzionali (IRENA, 2015). Di conseguenza, il tema della convenienza regionale e locale delle fonti RE è diventato estremamente importante per i pianificatori, anche se non è chiaro se le fonti intermittenti RE saranno prevalentemente integrate a scala locale e regionale, o su lunghe distanze (4).

Come già accennato, è quasi impossibile oggi fare ipotesi affidabili circa l'evoluzione a medio termine del sistema energetico mondiale: nel frattempo, dal punto di vista un pianificatore, è importante prendere in considerazione la produzione di energia da fonti rinnovabili in un unico "pacchetto tecnologico", insieme con le tecnologie di trasmissione e di stoccaggio dell'energia. In effetti, l'efficienza relativa di questi fattori può influenzare l'equilibrio economico e ambientale, producendo quindi diverse soluzioni sul campo, e quindi diverse città e paesaggi diversi.

La valutazione dei rischi per l'uso del suolo e del paesaggio delle tecnologie rinnovabili in Italia

Dopo un breve periodo di supremazia europea, grandi Stati industriali come la Cina o gli Stati Uniti stanno rapidamente superando le nazioni dell'UE in termini di potenza FER installata. Per fare un confronto generale, nel 2013 solo la Cina ha installato 51 GW di FER, che corrisponde grosso modo alla capacità totale FER in Italia. In alcuni settori, tuttavia, le nazioni europee sono ancora in prima linea, essendo le prime sperimentare frazioni rilevanti di energia FER intermittente come una parte essenziale del proprio mix elettrico: nel corso del 2014, l'Italia è stato effettivamente al primo posto in tutto il mondo per la generazione fotovoltaica, con una quota vicina all'8%, seguita dalla Grecia e dalla Germania (IEA, 2014).

Tenendo conto dei consumi energetici termici, elettrici e dei trasporti, nel 2013 l'Italia ha consumato 20,7 Mtep di energia rinnovabile, pari al 16,7% della domanda di energia primaria totale (124 Mtep): un valore già vicino all'obiettivo assegnato a Italia dalla direttiva 2009/28 / CE per il 2020 (17%) e in linea con la strategia energetica nazionale (SEN), che prevede una quota del 19-20% da fonti rinnovabili per il 2020 (GSE, 2015).

Nel settore elettrico sono operativi in Italia 600.000 impianti FER, per una potenza installata di 50 GWp, che hanno prodotto 112 TWh di energia elettrica (9,6 Mtep) nel 2013. La principale fonte rinnovabile è l'energia idroelettrica (44% dell'elettricità rinnovabile), seguita da solare (21%), bioenergie (16%), eolico (14%) e geotermia (6%).

Dubai è stata assegnata al miglior offerente per un valore vicino ai 5 centesimi di \$ per kWh, per un contratto fisso di 25 anni: il prezzo più basso mai raggiunto in tutto il mondo, già competitivo anche in un paese produttore di petrolio come Emirati Arabi Uniti. Secondo le proiezioni IEA 2014 il prezzo proposto avrebbe dovuto essere raggiunto solo nel 2050.

- (4) Un gruppo di studio internazionale (Breyer C., et al., 2014) ha recentemente proposto la convenienza economica di un mix di generazione composto al 100% da fonti rinnovabili per tutta la regione dell'Asia nord-orientale, dal deserto del Gobi in Giappone, basato sul collegamento su scala continentale di centrali eoliche, idroelettriche e PV attraverso linee di trasmissione ad alta capacità in corrente continua (HVDC), con il supporto di un sistema di accumulo basato sulla conversione di energia in miscele di idrogeno e metano (power-to-gas).

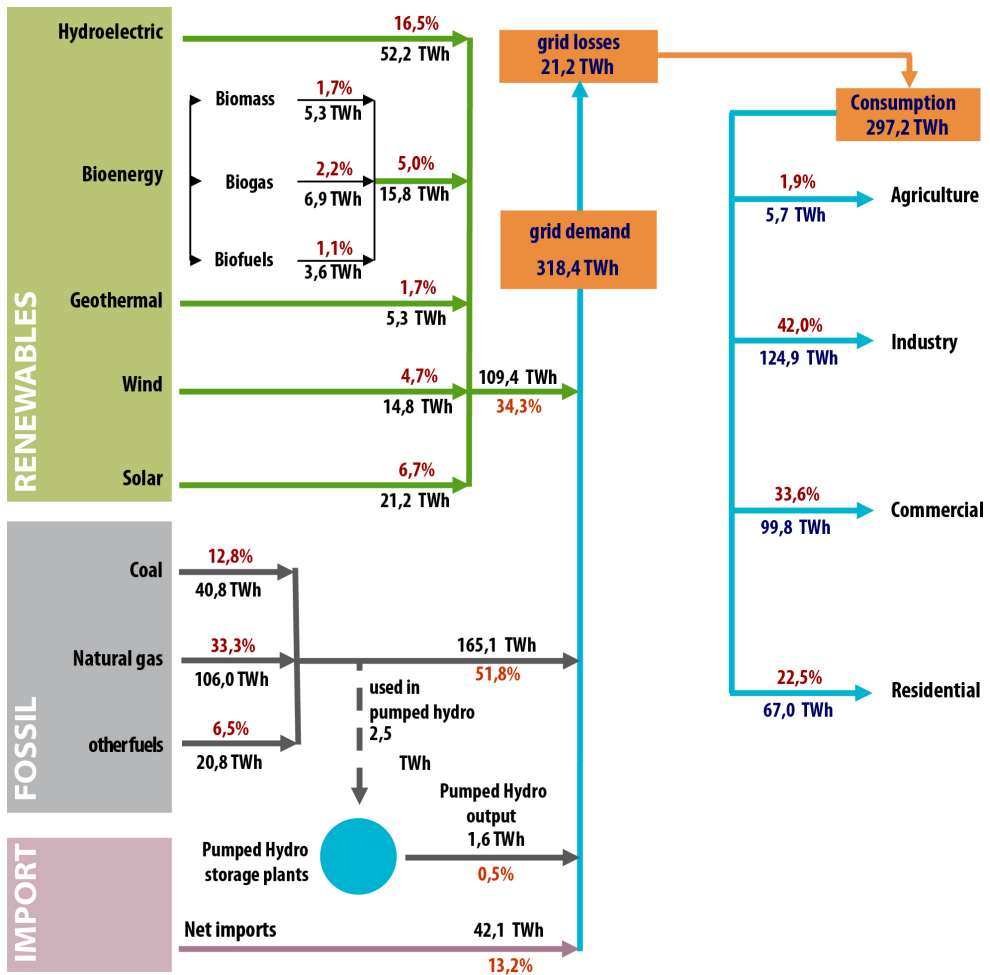


Figura 5
 Contributo delle fonti RE nella produzione di energia elettrica italiana, anno 2013.
 I dati GSE (2015)

Nell'analizzare il rischio delle tecnologie FER in termini di uso del suolo e per il paesaggio, si può osservare che la capacità idroelettrica e geotermica installata è sostanzialmente invariata da decenni, e le potenzialità residue possono essere considerate trascurabili (5).

Al contrario, la produzione di biomassa rappresenta la prima fonte rinnovabile

(5) Gli impianti geotermici esistenti sono oggi concentrati nelle province di Pisa (53,7%), Siena (24,3%) e Grosseto (22%), e anche se alcuni impianti minori sono stati installati recentemente, una crescita percentuale rilevante della generazione elettrica geotermica è da considerarsi improbabile. Negli ultimi anni sono stati presentati molti progetti di impianti mini e micro-idroelettrici e la valutazione ambientale dei nuovi progetti può rappresentare un tema rilevante a livello locale. Tuttavia, tutti gli impianti italiani di energia mini-idro hanno oggi una capacità combinata di 3 GW, e non possono rappresentare una soluzione valida per le esigenze strutturali del sistema energetico italiano, né una significativa minaccia potenziale in termini di uso del suolo.

in termini di quota di energia primaria italiana (6), e potenzialmente coinvolge gran parte degli ecosistemi nazionali.

Nel contesto del presente studio conviene notare che l'analisi esaustiva dei rischi di un uso notevolmente più elevato di biomassa nel mix energetico nazionale dovrebbe prendere in considerazione una serie notevole di fattori, tra cui la silvicoltura e le politiche agricole, nonché le norme di inquinamento atmosferico a livello europeo e nazionale. Queste implicazioni, tra l'altro, portano la produzione di biomassa per usi energetici in buona misura al di fuori della gamma di efficacia degli strumenti urbanistici. Le relazioni tra la biomassa, l'energia e l'utilizzo del territorio rappresentano un argomento particolare che deve essere analizzato con il supporto di studi specifici che non possono essere trattati esaurientemente in questa sede. In linea generale si può dire che i rifiuti agricoli e i coprodotti delle filiere agricole, con particolare riferimento agli allevamenti, potranno sicuramente avere un ruolo molto importante nell'integrazione del sistema energetico italiano, con ricadute potenzialmente positive anche sui paesaggi agricoli, mentre la produzione in pieno campo dedicata esclusivamente alla generazione di energia elettrica o di combustibili non dovrebbe mai essere considerata una valida opzione. La conversione della luce solare in energia attraverso la fotosintesi è 100 volte meno efficiente rispetto a quella degli impianti fotovoltaici (World Resources Institute, 2015), quindi la produzione di bio-energia deve sempre essere concepita in termini di co-produzione di beni e in sinergia con la generazione di servizi ecosistemici.

In questa prospettiva, silvicoltura e cogenerazione, così come impianti di biogas in combinazione con l'agricoltura e l'allevamento, possono costituire catene di valore integrate, in grado di contribuire a livello ambientale e paesaggistico, e essere pertanto valutate positivamente - tenendo conto di tutte le complessità indicate sopra - nell'ambito degli strumenti di pianificazione locale.

Considerando l'energia eolica, l'Italia non ha un potenziale paragonabile con quello di altri Stati europei come la Germania, l'Olanda e la Gran Bretagna. La capacità eolica installata è superiore a 8,5 GW: un valore sicuramente significativo, ma già rappresenta più della metà del potenziale interno totale per i grandi generatori, che è stato stabilmente stimato intorno ai 12-13 GW (RSE, 2012) (7).

Il complesso rapporto tra grandi centrali eoliche e del paesaggio, comprese le questioni ambientali e l'accettabilità sociale, è stato ampiamente dibattuto nel corso degli ultimi dieci anni (Puttilli, 2014), e i principali riferimenti di valutazione sono stati ben riassunti nel già citato studio monografico dell'RSE sull'energia eolica (RSE, 2012). Nel contesto di questa breve rassegna, è sufficiente sottolineare che la produzione di energia eolica massima per l'Italia è intrinsecamente limitata, e anche se significativa nel mix elettrico nazionale, l'energia eolica non può essere aumentata radicalmente. Gli impianti eolici attualmente operanti in Italia sono 6.400, con una potenza media di 1,3 MW ciascuno; il loro numero può essere aumentato fino a 10.000, ma non molto di più. Pertanto, l'impatto massimo teorico dell'energia eolica in termini di uso del suolo, considerando un ingombro sul terreno di 3 ettari per ogni

(6) Nel 2013, la biomassa ha fornito 7,5 Mtep nel settore termico, 1,25 Mtep (biocarburanti) nel settore dei trasporti e 1,5 Mtep nel settore elettrico (GSE, 2015).

(7) Questa cifra corrisponde anche al target definito dal PAN (Piano d'azione nazionale per le energie rinnovabili), che è di 12,68 GW di capacità eolica in Italia entro il 2020, con una produzione di 20 TWh/anno.

generatore (8), corrisponde ad un totale di 300 km², che corrisponde grosso modo lo 0,1% della superficie totale italiana (300.000 km² circa).

I piccoli impianti eolici non sono considerati in grado di contribuire in maniera significativa alla produzione di energia rinnovabile a causa della inferiore efficienza, che dipende sostanzialmente dalla dimensione fisica del generatore, che determina quindi costi di produzione più elevati. Tuttavia, il ridotto impatto ambientale e paesaggistico, rispetto agli impianti più grandi, può rendere gli impianti micro-eolici attraenti e degni di considerazione per la pianificazione locale in contesti specifici, dove si presentino condizioni particolarmente favorevoli.

Tutte le tecnologie rinnovabili analizzate fin qui sono intrinsecamente limitate dalla disponibilità della risorsa (9): la biomassa è limitata dalla concorrenza con la produzione alimentare in terreni agricoli, la geotermia ad alta temperatura, l'idroelettrico e l'eolico dalla disponibilità locale di potenziali da sfruttare.

Pertanto, tutte queste tecnologie possono essere ulteriormente sviluppate e diffuse nel contesto italiano, ma non possono rappresentare un radicale fattore di trasformazione per nostro sistema energetico e per il paesaggio italiano.

Questo non accade nel caso dell'energia solare. Come sintetizzato sopra, l'energia solare rappresenta attualmente l'8% della produzione di energia elettrica italiana (21,5 TWh / anno, corrispondenti a 2 Mtep) e solo l'1,6% della domanda di energia primaria. Tuttavia, l'energia solare non è limitata dalla disponibilità della fonte e altri fattori devono essere considerati al fine di quantificare l'impatto potenziale di una distribuzione su larga scala di questa tecnologia.

L'integrazione di elevate quote di FER non programmabili nel sistema elettrico è impegnativa, anche se la rete italiana sembra già in grado di gestire grandi quote di energia intermittente senza problemi strutturali. La notevole capacità di stoccaggio rappresentata dalle centrali idroelettriche con pompaggio, in grado di fornire 8 GW di potenza e 8 TWh di stoccaggio (10), è sostanzialmente sottoutilizzata e l'operatore nazionale del sistema di trasmissione è stato recentemente in grado di gestire senza problemi un'eclisse solare (11), a dimostrazione della capacità della rete italiana di fare fronte a squilibri indotti dal fotovoltaico. In una prospettiva più a lungo termine, le promettenti tendenze nello sviluppo di soluzioni per la gestione e lo stoccaggio di energia, dalla regolazione breve allo stoccaggio stagionale, tra cui la conversione di energia in gas (power-to-gas), non consentono di ipotizzare a priori un limite assoluto per la distribuzione di energia prodotta da centrali FV.

In conclusione, anche se il mercato fotovoltaico italiano è attualmente stabilizzato a livelli molto bassi (il mercato è attualmente stimato intorno a 1 GWp di potenza FV installata per anno, circa), è importante per i pianificatori locali prestare

(8) Il valore precauzionale di 3 ettari di uso non esclusivo del suolo per ciascun generatore viene qui suggerito assumendo il diametro di un generatore da 4MW (120 m), che corrisponde al diametro massimo attualmente adottato per gli impianti su terraferma, e tenendo conto delle distanze minime tra i generatori all'interno di un parco eolico.

(9) Grazie alla loro rilevanza trascurabile a livello del paesaggio non sono qui menzionate le pompe di calore. Le pompe di calore contribuiscono notevolmente (2,5 Mtep nel 2013) alle esigenze del settore termico, sfruttando la potenzialità illimitata dei serbatoi termodinamici del suolo, dell'acqua e dell'aria.

(10) È stata valutata una ulteriore fattibilità di 3 GW - 9 TWh di accumulo per pompaggio idroelettrico (RSE, 2012).

(11) Secondo Terna (gestore della rete di trasmissione italiana) la recente eclissi solare avvenuta il 3 Marzo 2015, ha determinato una variazione di solo ± 25 milliHertz, che è circa la metà della normale variabilità nella frequenza di rete in Europa.

particolare attenzione alla tecnologia solare, perché a causa del rapido calo dei costi, in combinazione con la mancanza di evidenti limiti fisici o tecnologici, potrebbe diventare il principale elemento di trasformazione del sistema energetico italiano, in un periodo relativamente breve di tempo. La restante parte dell'articolo è pertanto concentrata sulla tecnologia FV, mentre altre fonti rinnovabili sono consapevolmente mantenute sullo sfondo, per la loro rilevanza sito-specifica e per il loro potenziale generalmente limitato nella trasformazione del sistema energetico nazionale.

Uso del suolo e rischio paesaggio nel caso del fotovoltaico: un confronto con l'agricoltura e le dinamiche di consumo del suolo

Al fine di quantificare l'impatto potenziale di una distribuzione su larga scala di impianti solari fotovoltaici in Italia può essere ipotizzata la completa sostituzione delle importazioni elettriche (42 TWh / a) e della generazione con combustibili fossili (165 TWh / a) nell'attuale mix nazionale. Merita rilevare che l'ipotesi non viene proposta in questa sede come scenario operativo, ma il valore di 200 TWh/anno di elettricità aggiunto fotovoltaico viene utilizzato come quantità di maggiore cautela per valutare il massimo impatto potenziale (12).

Vengono inoltre proposti in parallelo, come valori di confronto rilevanti ai fini della valutazione, quelli di due macro-dinamiche che interessano uso del suolo italiano: la perdita di terreni agricoli e il consumo di suolo (impermeabilizzazione) determinato dalla crescita degli ambiti edificati e delle infrastrutture.

Nel 1970 la superficie agricola totale (Superficie Agricola Utile, SAU) era di circa 180.000 km², corrispondente al 60% della superficie totale nazionale italiana. Negli anni '90, a causa di abbandono delle zone meno produttive e dell'urbanizzazione, i terreni agricoli utilizzati si erano ridotti a circa 150.000 km² (50%), per divenire 130.000 km² (43%) nel 2010 (ISTAT, 2012).

La perdita di SAU è un fenomeno in buona parte potenzialmente reversibile, ma la sua scala è impressionante, soprattutto se confrontata con le tendenze demografiche, e implica non solo conseguenze negative in termini di capacità di produzione alimentare, ma colpisce anche fattori paesaggistici ed ecologici, per lo più in modo negativo. Fattori come l'impoverimento della componente organica del suolo e la semplificazione del paesaggio sono solo parzialmente bilanciati dalla ridotta pressione antropica (uso di fertilizzanti, ecc), e il lento percorso inverso dei terreni coltivabili abbandonati verso ecosistemi naturali stabili non è lineare, né assicurato.

(12) Lo scenario più estremo, ossia la completa sostituzione della produzione di energia primaria, implicherebbe una triplice-aumento dei valori proposti, ma anche un radicale trasformazione tecnologica che è ritenuto troppo teorica per essere considerato qui.

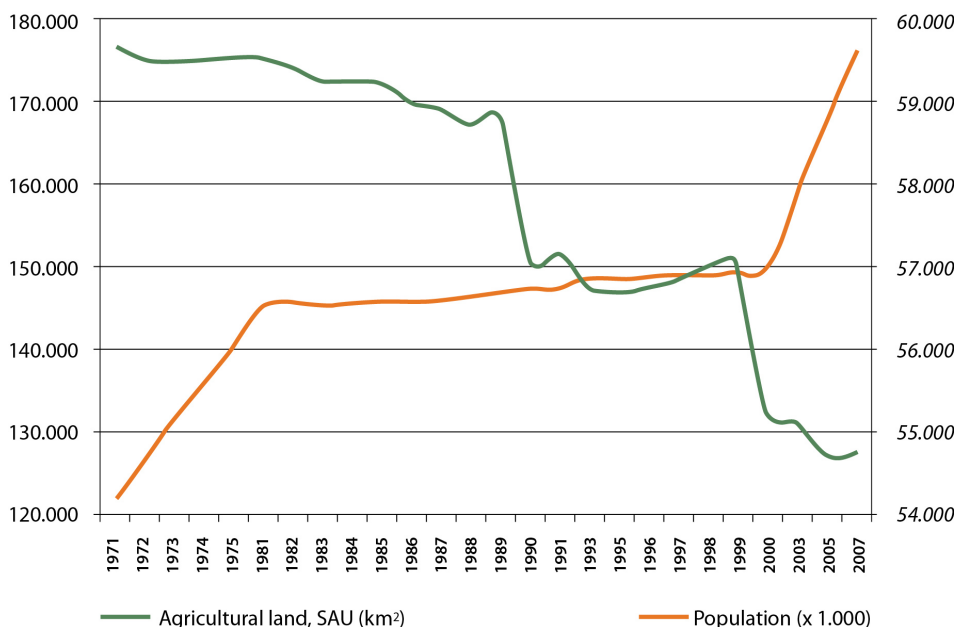


Figura 6
Suoli agricoli (SAU) e perdita di popolazione in Italia, 1970-2007
 (grafica INEA su dati ISTAT, 2012)

La perdita di suolo agricolo si sovrappone parzialmente con l'irreversibile impermeabilizzazione del suolo determinata dalle dinamiche urbane. Prima del 1960 il suolo urbanizzato corrispondeva a 8.700 km², coinvolgendo il 2,9% della superficie totale italiana. Nel 1989 erano stati occupati 16.220 km² (5,4%), e 16,220 km², pari al 7,3% della superficie totale nazionale, sono risultati irreversibilmente consumati nel 2012 (ISPRA, 2014).

Gli edifici residenziali, commerciali e industriali rappresentano il 30% del consumo totale del suolo (6,567 km²), le ferrovie e le strade asfaltate 6.129 km² (il 28%), altre strade 4.159 km² (19%), mentre le aree di servizio, i parcheggi, cave e discariche corrispondono al 14% del consumo di suolo (3.065 km², il restante 9% è classificato negli studi ISPRA come "altra area consumata").

Se gli effetti ecologici di abbandono delle terre agricole sono parzialmente reversibili, e non solo negativi, l'impermeabilizzazione del suolo prodotta dall'urbanizzazione è quasi completamente irreversibile, e, in generale, rappresenta una grave perdita ecologica. Allo stesso tempo, l'urbanizzazione rappresenta il più grande investimento energetico, economico e sociale fatto finora dal sistema economico e sociale italiano, e considerata in quanto tale come sfondo più pertinente su cui impostare la valutazione delle nuove prospettive energetiche.

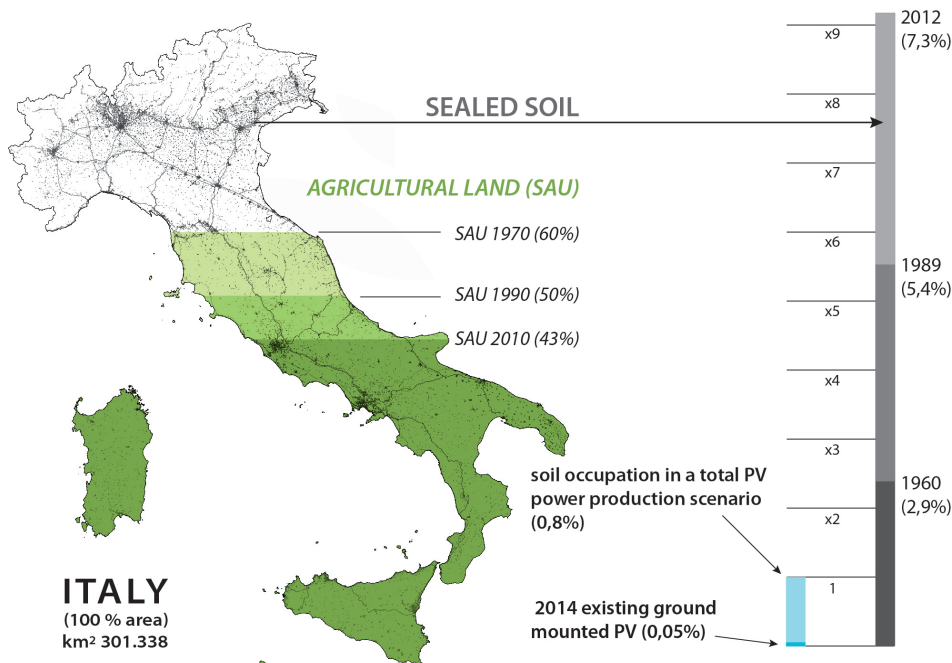


Figura 7

L'effettiva occupazione di suolo determinata dagli impianti fotovoltaici, confrontata con la perdita di terreni agricoli e le dinamiche di consumo del suolo

L'impatto massimo della tecnologia FV (fino alla sostituzione completa dell'energia elettrica importata o generata da combustibile fossile) viene confrontato con il terreno irreversibilmente consumato.

Per un primo confronto tra i diversi ordini di grandezza coinvolti, vale la pena notare che tutto terreno occupato dagli impianti fotovoltaici in Italia, corrispondente al 41% dei 7,3 GWp di capacità installata, interessa una superficie lorda di 138,4 km² (GSE, 2013), che corrisponde al 0,05% circa della superficie totale nazionale.

Considerando una produttività media del FV in Italia di 1.300 kWh per kWp, per ottenere la potenza fotovoltaica sufficiente a sostituire le importazioni e la generazione da combustibili fossili, sarebbe necessario installare 160 GWp di nuovi impianti. Considerando un valore di ingombro intermedio tra impianti a terra e su tetto di 15 m² per kWp (GSE, 2013) la superficie totale necessaria risulta essere di 2.400 km², ovvero lo 0,8% del italiano territorio.

Questo valore massimo rappresenta meno di 1/9 del suolo già consumato: questo valore rende evidente l'opportunità e la necessità di predisporre strumenti adeguati per gestire l'atterraggio della capacità di generazione di energia solare, in rapporto con l'ambiente costruito esistente e con la domanda locale di energia.

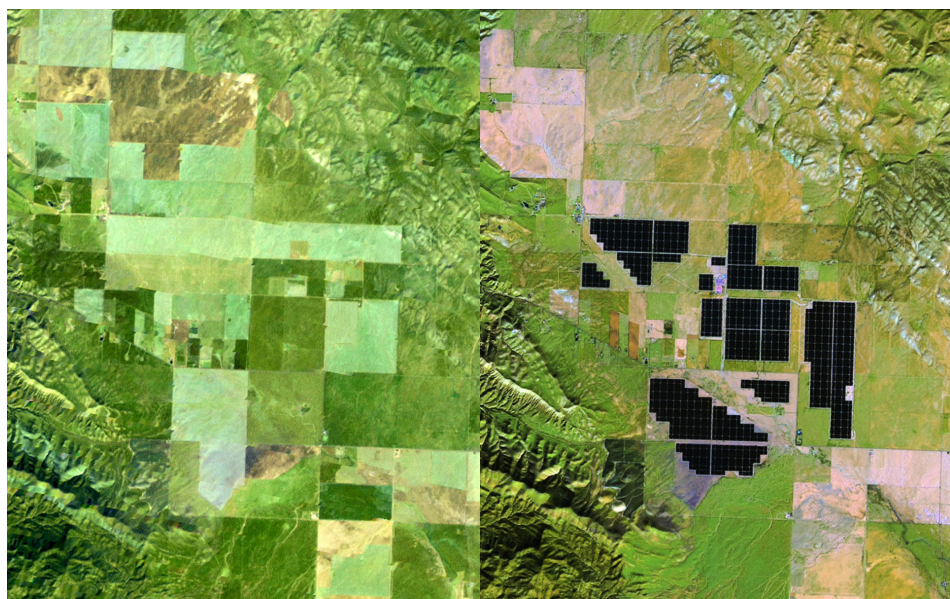


Figura 8

La brusca trasformazione del paesaggio indotta da impianti fotovoltaici di grandi dimensioni.

La fattoria solare Topaz in California centrale: immagini Landsat 2011 - 2014

(fonte: US Geological Survey (USGS) Galleria delle missioni Landsat "Topaz Solar Farm, California" Dipartimento degli Interni / USGS e NASA)

Verso un approccio proattivo: i piani locali delle installazioni FER

Le più recenti analisi integrate del ciclo di vita sembrano confermare i benefici per l'ambiente delle tecnologie a basse emissioni (Hertwich et al., 2014). A scala globale la generazione eolica e fotovoltaica, oltre ad evidenti vantaggi in termini di emissioni, producono un consumo di suolo inferiore rispetto al carbone, ma anche rispetto ai grandi impianti idroelettrici. Il loro impatto principale è legato alla produzione e all'uso di cemento (fondazioni), alluminio, rame e acciaio. Alla luce di tutto questo, nel contesto italiano, il paesaggio dovrebbe essere considerato come il vero elemento chiave nella valutazione degli impianti di energia rinnovabile.

Anche se la massima espansione teorica degli impianti eolici e fotovoltaici non rappresenta in termini assoluti un contributo pericoloso per l'impermeabilizzazione del suolo, una capacità FER male allocata può tuttavia rappresentare un pericolo e un'occasione perduta per il paesaggio italiano.

Prima dell'avvento delle fonti fossili, in larga misura importate, la produzione alimentare e quella energetica sono sempre stati collegate, e hanno svolto un ruolo fondamentale nel generare il paesaggio italiano (Sereni, 1961), attraverso l'attività incessante e "riflessiva" delle comunità locali.

Le centrali elettriche basate su fonti rinnovabili, comprese le biomasse, il micro eolico e il solare, possono rappresentare un'importante opportunità per tornare a legare tra loro comunità locali e paesaggio, ma le opzioni di posizionamento, la qualità e il dimensionamento degli impianti devono essere pianificati e gestiti in modo responsabile.

Un esempio di come gli impianti fotovoltaici di grandi dimensioni possono letteralmente inondare un paesaggio in un brevissimo periodo di tempo è raffigurato

nella figura 8. La Topaz Solar Farm in California centrale, una delle più grandi negli Stati Uniti, è una centrale elettrica da 550 MW che si compone di 9 milioni di pannelli solari; la sua costruzione iniziò nel 2012 e fu completata nel 2014. Allo stesso modo, non molto di più di 2 anni sono stati necessari per realizzare la centrale fotovoltaica di Montalto di Castro (13).

Anche se gli impianti FV di grandi dimensioni montati a terra consentono economie di scala che rappresentano un vantaggio per la generazione elettrica di base, un approccio basato su mega-impianti non rappresenta la soluzione più intelligente nel caso del territorio italiano. Come illustrato in precedenza, tutta la capacità fotovoltaica potrebbe, e dovrebbe, essere collocata in prossimità alla domanda di energia e integrata all'interno di aree già urbanizzate, anche comprendendo gli spazi pubblici urbani (Foglia e Valente, 2014), riattivando il collegamento co-evolutivo tra produzione di energia e del paesaggio che è stato interrotto con l'avvento dei combustibili fossili.

Nelle attuali condizioni di mercato, la realizzazione di grandi impianti per la produzione di energia di base non è assolutamente conveniente, e, dopo la fine del cosiddetto "Conto Energia", gli impianti fotovoltaici italiani vengono realizzati solo laddove è possibile l'autoconsumo. Questo vale sia per gli impianti residenziali, oggi incentivati con sgravi fiscali, sia nel comparto industriale e commerciale, dove i contratti SEU (Sistemi efficienti di utenza) possono essere ragionevolmente adottati solo se è possibile un consumo pressoché totale dell'energia prodotta.

Di conseguenza, una proliferazione su larga scala di impianti solari a terra è al momento improbabile e i nuovi impianti si sovrappongono "spontaneamente" alla domanda e all'ambiente costruito sulla base delle attuali condizioni di mercato e delle politiche fiscali. Tuttavia, la velocità e l'entità della continua dinamica globale nella produzione di energia rinnovabile non deve essere sottovalutata ed è importante fornire per tempo strumenti adeguati per coordinare iniziative FER individuali in un disegno coerente a livello locale.

La strategia energetica nazionale (SEN) e i piani energetici regionali forniscono preziose informazioni per comprendere e orientare lo sviluppo delle energie rinnovabili. Tuttavia, i documenti di pianificazione energetica generale non forniscono riferimenti spaziali, e la diversa scala li rende inadatti per progettare la collocazione delle generazioni FER nel paesaggio.

Le linee guida italiane per l'autorizzazione degli impianti a fonti rinnovabili, definite dal Ministero con il decreto 10 settembre 2010 (14), hanno chiarito che solo le Regioni e le Province Autonome possono vietare o limitare l'installazione di impianti FER (15) all'interno dei documenti di programmazione, e hanno introdotto il concetto di "aree non idonee": un'indicazione preventiva delle aree critiche, in cui un risultato positivo delle procedure di autorizzazione deve essere considerato altamente improbabile.

Le amministrazioni locali hanno cercato in alcuni casi di sfruttare il concetto

(13) Completato nel dicembre 2010, l'impianto da 84 MWp di Montalto di Castro è il più grande impianto italiano, e uno dei più grandi in Europa.

(14) Le energie rinnovabili hanno ricevuto una disciplina completa soltanto nel 2003 dal decreto legislativo n. 387 (rimasto a lungo privo delle linee guida per l'interpretazione arrivate solo con l'adozione del decreto ministeriale 10 settembre 2010), poi sostituito dal decreto legislativo n. 28/2011, con il quale l'Italia ha recepito la direttiva 2009/28/CE.

(15) Limitazioni possono essere introdotte solo nei limiti e con le modalità di cui all'articolo 17 sul decreto. Inoltre, l'allegato 3 definisce i criteri per la definizione delle aree non idonee.

di area non idonea per “proteggere” rapidamente il loro territorio dall’improvviso avvento delle FER, che sono state percepite con pareri contrastanti durante gli anni della crescita più rapida, determinata dagli incentivi nazionali che hanno dato spazio a forti pressioni speculative. Tuttavia, è stato chiarito dalla giurisprudenza che l’intento della legge è di sostenere l’introduzione delle FER (le condizioni critiche sono preventivamente mappate al fine di evitare sforzi amministrativi senza possibilità di successo) e le applicazioni della norma in senso restrittivo sono state censurate.

Chiarita l’impossibilità, nel quadro giuridico attuale, di introdurre limitazioni a partire dalla pianificazione locale, il ruolo delle autorità locali nei processi di autorizzazione dovrebbe essere ripensato in senso pro-attivo, producendo piani energetici convincenti ad una scala adeguata (che non corrisponde necessariamente con singoli comuni).

La domanda energetica locale, le emissioni di carbonio, le risorse e le potenzialità disponibili devono essere analizzati, e le opportunità per la creazione di ecologie industriali (ad esempio attraverso la commercializzazione e lo scambio di co-prodotti o la valorizzazione dell’energia termica degli scarti delle attività agricole e industriali) possono essere evidenziate e incoraggiate.

Sia per i cittadini sia per gli imprenditori, l’incertezza delle procedure di autorizzazione rappresenta un costo rilevante e un deterrente per la diffusione delle energie rinnovabili: in questa prospettiva la prefigurazione di scenari virtuosi, (individuando gli spazi più opportuni per l’installazione del fotovoltaico, repertori di alta qualità le soluzioni, ecc.), apertamente sostenuti dalle amministrazioni locali, può rappresentare un prezioso contributo all’azione.

I modelli decentrati di produzione dell’energia possono essere notevolmente sostenuti ed orientati attraverso una semplificazione delle procedure, creando spazi favorevoli all’imprenditorialità e all’azione individuale attraverso la gestione e il controllo.

In questa prospettiva i piani energetici locali possono rappresentare lo spazio comune di convergenza per il cittadino produttore/consumatore, l’impresa che autoproduce e l’autorità pubblica: l’opportunità per riattivare il meccanismo interrotto della produzione di paesaggio da parte di una comunità residente energeticamente responsabile.

Bibliografia

- Breyer C., et al. (2014). Nort-East Asian Super Grid: Renewable Energy Mix and Economics, Proceedings of the 6th World Conference of Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC-6)
- Colombo L., (2014). The global climate change challenge, CSE City Safety Energy, Issue 2-2014
- European Commission (2011). A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. COM(2011) 112
- European Commission (2014). Integration of Renewable Energy in Europe, study prepared by KEMA Consulting, DNV GL - Energy, Imperial College and NERA Economic Consulting on behalf of DG Energy, Brussels, June
- Foglia L., Valente R. (2014). Energy integration for performance intensity public urban spaces, CSE City Safety Energy, Issue 1-2014
- Fraunhofer ISE (2015). Current and Future Cost of Photovoltaics. Long-term Scenarios for Market Development, System Prices and LCOE of Utility-Scale PV Systems. Study on behalf of Agora Energiewende
- GSE (2012). Rapporto statistico 2012. Impianti a fonti rinnovabili. Settore elettrico
- GSE (2014). Rapporto statistico 2013. Solare fotovoltaico.
- GSE (2015). Rapporto statistico 2013. Impianti a fonti rinnovabili.
- Hertwich, E. G., Gibon, T., Bouman, E. A., Arvesen, A., Suh, S., Heath, G. A., ... Shi, L. (2014). Inte-

grated life-cycle assessment of electricity-supply scenarios confirms global environmental benefit of low-carbon technologies. Proceedings of the National Academy of Sciences, 201312753. <http://doi.org/10.1073/pnas.1312753111>

- IEA (2006, 2008, 2010, 2012, 2014). Energy Technology Perspectives
- IEA (2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014). World Energy Outlook, Executive Summaries series
- IEA2 (2014). Technology Roadmap: Solar Photovoltaic Energy - 2014 edition
- IPCC, (2011). IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- IPCC, (1990). First Assessment Report. Working Group III: The IPCC Response Strategies
- IPCC, (1995). Second Assessment Report: Climate Change 1995. Working Group II
- Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses
- IPCC, (2001). Climate Change 2001, Mitigation
- IPCC, (2007). Climate Change 2007. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007
- B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)
- Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- IPCC. (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Fong, W.K., Sotos, M., Doust, M. Schultz, S., Marques, A., Deng-Beck, C., (and others)
- IRENA - International Renewable Energy Agency (2015). Renewable Power Generation Costs in 2014
- ISPRA (2014). Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2012. National Inventory Report 2012
- ISPRA (2014). Il consumo di suolo in Italia. Edizione 2014. Rapporti 195/2014
- ISPRA (2015). Fattori di emissione atmosferica di CO2 e sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore elettrico. Rapporti 212/2015
- ISPRA (2015). Scenari di consumo elettrici al 2050. Rapporti 213/2015
- ISTAT (2012). 6° Censimento Generale dell'Agricoltura. Risultati definitivi
- Magoni, M., (2013). Energia e paesaggio al tempo dei cambiamenti climatici. Proceedings REAL CORP 2013. Eds: Schrenk, M., Popovich, V., Zeile, P., Elisei, P
- NREL - National Renewable Energy Laboratory (2013). Land-Use Requirements for Solar Power Plants in the United States. NREL/TP-6A20-56290
- Puttilli M., (2014). Geografia delle fonti rinnovabili. Franco Angeli, Milano
- Renewables, (2004). International Conference for Renewable Energies. Proceedings, Conference Report, Outcomes and Documentation, Political Declaration/International Action Programme/Policy Recommendations for Renewable Energy, 1-4 June 2004, Bonn, Germany
- RSE, (2012). Valutazione del potenziale dei sistemi di accumulo di energia mediante centrali di pompaggio idroelettrico per il sistema idroelettrico italiano - Analisi di fattibilità preliminari
- RSE, (2012). L'energia elettrica dal vento. Ed. Casale, C. RSEview, riflessioni sull'energia
- Sereni, E. (1961) Storia del paesaggio agrario italiano. Laterza, 1999
- World Economic Forum (2015). The Future of Electricity. Attracting investment to build tomorrow's electricity sector
- World Resources Institute (2015). Avoiding bioenergy competition for food crops and land. Installment 9 of "Creating a Sustainable Food Future"