

MATTEO PUTTILLI

PER UN APPROCCIO GEOGRAFICO ALLA TRANSIZIONE ENERGETICA

LE VOCAZIONI ENERGETICHE TERRITORIALI

Introduzione. – Gli impatti ambientali generati dalla produzione e dal consumo di risorse non rinnovabili destano una preoccupazione trasversale nei mondi della politica, dell'opinione pubblica e della ricerca. Tale apprensione esige la definizione di risposte che, alle diverse scale, prevedano una transizione verso sistemi socioeconomici ed energetici più sostenibili, sfruttando fonti energetiche rinnovabili (FER) diffuse sul territorio e perseguendo criteri di maggiore efficienza. Nonostante l'attualità della problematica, la disciplina geografica non sembra aver espresso, sinora, una riflessione compiuta rispetto alle implicazioni territoriali legate a una simile transizione. Questo articolo, primo di due contributi, si propone di offrire alcuni spunti di riflessione sulla relazione tra energia e territorio, soffermandosi sulle potenzialità insite in un dato contesto territoriale di valorizzare le proprie FER.

L'energia in una prospettiva geografica e territoriale. – L'energia, pur essendo un elemento invisibile e impercettibile da un punto di vista materiale, si presta a essere trattata in termini spaziali (Pasqualetti, 2000).

La produzione, la distribuzione e il consumo di energia possono essere letti come il risultato di un complesso processo di organizzazione spaziale e territoriale (Raffestin, 2006) che fa riferimento alle differenti tipologie di fonti energetiche utilizzate e alla loro ubicazione nello spazio, alle differenti strutture realizzate per il loro sfruttamento, agli strumenti (di piano e politici) finalizzati a promuovere l'utilizzo di una fonte piuttosto che di altre, alle esplicite relazioni di tipo economico, sociale e politico tra attori differenti che agiscono all'interno del mercato energetico.

L'interesse della geografia per l'energia può essere ricondotto all'affermarsi della storia industriale europea, in stretto legame con l'estrazione e l'impiego del carbone. Per secoli, gli uomini avevano impiegato soltanto fonti rinnovabili (so-

prattutto nella forma di legname) per svolgere le proprie attività. Con la rivoluzione industriale, il carbone sostituisce il legno come fonte dominante. Ancora prima dell'utilizzo industriale dell'energia elettrica, i conosciuti modelli di localizzazione di Weber fondati sulla riduzione dei costi di trasporto e sui «triangoli localizzativi» sono estremamente efficaci per spiegare la nascita e l'affermazione di grandi agglomerazioni urbane e industriali sorte nei pressi dei principali giacimenti carboniferi dell'Europa centrale. L'energia viene concepita essenzialmente nei termini di un fattore produttivo (Bresso, 1993) e localizzativo per industrie siderurgiche, centrali termiche e carbochimiche. Il carbone (fonte caratterizzata dagli elevati costi di trasporto) è il vero e proprio simbolo di tali fenomeni di espansione e urbanizzazione, che portano a denominare le aree interessate come «regioni nere» (Schoumaker, 2007). Attorno al carbone avviene una vera e propria accumulazione di uomini, capitali, fabbriche, reti di comunicazione.

Nel passaggio all'era del petrolio, compiutosi dopo la metà del Novecento, la diffusione di una fonte più facilmente trasportabile e più economica del carbone rompe definitivamente il vincolo localizzativo tra imprese e risorse energetiche (De Pascali, 2008). Via via, gli utilizzi del petrolio danno origine a una rete di produzione e di distribuzione di energia sempre più distaccata rispetto ai luoghi del consumo. Cambiano anche i modelli insediativi e localizzativi: in luogo di strutture agglomerative e urbane concentrate attorno ai luoghi di approvvigionamento e consumo dell'energia, si diffondono modelli di suburbanizzazione e di conurbazione (Romanos, 1978).

La crisi energetica dei primi anni Settanta riaccende l'interesse di alcuni geografi per il tema energetico. I risvolti geopolitici e geoeconomici degli *shocks* petroliferi, il diffondersi di una più diffusa consapevolezza dell'impatto sull'ambiente delle attività umane e l'avvio di posizioni scettiche rispetto alla durata delle riserve di fonti energetiche fossili aprono alcuni interessanti filoni di riflessione e di ricerca.

Un primo filone (Curran, 1973, 1981; Wagstaff, 1974) si concentra sugli equilibri geopolitici e geoeconomici incentrati sull'approvvigionamento e sulla distribuzione delle fonti energetiche, dedicando un certo peso ai temi delle politiche energetiche e del funzionamento dei mercati. L'interesse si concentra soprattutto sul petrolio e sulle complesse relazioni tra paesi produttori e paesi consumatori da un punto di vista sia politico sia della regolamentazione dei prezzi della risorsa. È questo, peraltro, un filone di riflessione abbastanza fecondo che si prolunga sino agli ultimi anni (Ciattoni e Yvette, 2007). Alcuni autori (Schoumaker, 2007) ne rimarcano però un eccessivo descrittivismo e la mancanza di uno sforzo interpretativo.

Un secondo filone (che si risolve nel corso degli anni Ottanta) è intimamente legato all'incremento dei prezzi dell'energia dovuti al succedersi delle crisi energetiche. Ne fanno parte alcuni studi incentrati sulle relazioni tra organizzazione spaziale (e in particolare i modelli insediativi) e la produzione e i consumi di energia (Cope, Hills e James, 1984; Dupuy, 1985; Owens, 1986). Al limite tra studi geografici e di pianificazione urbana e territoriale (tra questi, Cardarelli, 1982), tali approcci sono dotati di un taglio decisamente più interpretativo. Oggetto privilegiato di riflessione sono le modalità attraverso le quali l'organizzazione spaziale e

degli insediamenti influenzino la domanda di energia (e quindi i consumi e la produzione), e di come i sistemi energetici influenzino a loro volta le strutture territoriali. Conseguentemente, si riflette sugli strumenti e sulle politiche (di *planning*) attraverso le quali gestire e contenere la domanda di energia.

Verso la fine degli anni Ottanta si sviluppa un terzo filone che si concentra sulle tipologie di impatto generate dagli impianti per la produzione di energia. Sollevato, in Italia così come all'estero, dall'emergere della «questione nucleare», si producono contributi che mettono di volta in volta in evidenza le pressioni che gli impianti esercitano sulle componenti ambientali, così come su altre variabili di tipo sociale, economico e paesaggistico (Segre, 1994). Alcuni casi di studio più recenti di geografia regionale possono essere ricondotti ancora a questo filone: in alcuni di questi (per esempio, Landini, 2000; Prezioso, 2000) si discute il ruolo di propulsore di sviluppo detenuto da impianti e dalla rete elettrica nei confronti del territorio circostante. Ultimamente, Raffestin (2006) ha nuovamente sollevato il tema degli impatti paesaggistici delle industrie energetiche (e in particolare dell'industria idroelettrica) in riferimento alla conservazione dei paesaggi dell'archeologia industriale.

A partire dagli anni Novanta, la crescente consapevolezza della gravità della questione ambientale, tanto a livello globale quanto alla scala locale, e la correlata affermazione del paradigma dello sviluppo sostenibile hanno messo in primo piano l'esigenza di una eco-ristrutturazione della società (Janicke, 2008). Tuttavia, in ambito geografico, tale maggiore sensibilità non si è tradotta in una produzione scientifica espressamente incentrata sui problemi energetici. Questi, semmai, traspasano nel solco di studi dedicati ad altre tematiche: i trasporti, la città, le questioni ambientali, il clima (Schoumaker, 2007). Le questioni e preoccupazioni ambientali sono senza dubbio entrate nella riflessione di una certa geografia economica ispirata ai principi della *ecological economics* (Angel, 2000; Gibbs, 2006). Simili lavori hanno superato la concezione di ambiente come semplice fattore di localizzazione e *inputs* del processo produttivo (Heidkamp, 2008), arrivando a considerare gli effetti e le interazioni dei sistemi produttivi con l'ambiente circostante (Bresso, 1993). Similmente, i temi sollevati dall'adozione e dalla diffusione del concetto di sostenibilità hanno suscitato riflessioni disciplinari di taglio sia epistemologico sia empirico (Cavallaro e Dansero, 1998; Sneddon, 2000; Zuindeau, 2006). In alcuni casi, seguendo la proposta bioregionalista, tali riflessioni si sono concentrate sulla possibilità di chiudere alla scala locale i flussi di materia, risorse naturali ed energia, pervenendo a una maggiore efficienza dei sistemi produttivi (Fabroni, 1994) e limitandone gli impatti sull'ambiente (Wallner, Narodaslawsky e Moser, 1996).

Negli ultimi anni, una cospicua letteratura internazionale di matrice non geografica si è concentrata sulle forme di produzione, distribuzione e consumo di energia: sia come principale settore di pressione ambientale alla scala globale, sia come ambito privilegiato all'interno del quale conseguire importanti miglioramenti in termini di sostenibilità. Tale letteratura (Dincer, 1999; Omer, 2008; Vera e Langlois, 2007) ha messo al centro dell'attenzione le soluzioni per il risparmio e l'efficienza energetica e per la produzione di energia da fonti rinnovabili, dimostrando la desiderabilità di un *mix* energetico maggiormente improntato all'utiliz-

zo delle FER (Sheer, 2006). Si rende quindi imprescindibile una riflessione disciplinare che vada nella direzione di esplorare le implicazioni territoriali di una simile transizione energetica.

Le relazioni tra sistemi energetici e territorio. – L'utilizzo delle FER implica lo sfruttamento di fonti energetiche naturali come l'irraggiamento solare, i venti, i flussi idrici e le biomasse animali e vegetali, che sono caratterizzate dalla non esauribilità e da impatti ambientali che, in molti casi, sono decisamente inferiori rispetto a quelli generati dall'impiego di risorse fossili. La differenziazione del *mix* di fonti energetiche, accompagnato a un necessario contenimento dei consumi di energia, consente di ridurre le emissioni di gas serra e, come molti studi ritengono (Dincer, 2000; IPCC, 2007), di incidere positivamente sul cambiamento climatico alla scala globale. Similmente, un utilizzo più accorto di fonti non rinnovabili consente di moderarne il tasso di esaurimento. A scale più piccole, i vantaggi di una diversificazione energetica possono essere letti anche nella riduzione di una dipendenza da fonti non rinnovabili o di elettricità importate dall'esterno così come in vantaggi di tipo economico derivanti dalla specializzazione in tecnologie per lo sfruttamento delle FER o per l'efficienza energetica, e dalla loro commercializzazione. Alla diffusione delle FER sono anche associati altri vantaggi di natura più immateriale, che attengono ai campi di una cultura del risparmio e di stili di vita più sostenibili o di una maggiore diffusione e democratizzazione nella produzione e nell'accesso all'energia (Scheer, 2006).

Nonostante sia riconosciuto alle FER un ruolo sostanzialmente positivo in termini di sostenibilità ambientale, una cospicua letteratura ne ha messo in evidenza alcune criticità (Abbasi e Abbasi, 2000; Painuly, 2001). Qualsiasi FER presenta infatti alcuni impatti sull'ambiente. Questi possono manifestarsi in termini di alterazioni più o meno profonde degli ecosistemi, come nel caso della costruzione di bacini, invasi e dighe per lo sfruttamento dell'energia idroelettrica; in altri casi può trattarsi di emissioni inquinanti, dirette (nel caso, per esempio, dell'utilizzo di biomassa o biocombustibili) e indirette (legate, per esempio, alle fasi di raccolta e trasporto delle biomasse dai luoghi di approvvigionamento a quelli di consumo, o alla produzione e al trasporto delle componenti tecnologiche e dei materiali per realizzare gli impianti, siano essi i pannelli di silicio per il fotovoltaico o le diverse strutture che compongono gli aerogeneratori eolici); in altri casi ancora, gli impatti possono riferirsi alle trasformazioni alle quali il territorio è soggetto per consentire lo sfruttamento di una determinata fonte, come la riconversione di colture agricole tradizionali in luogo di monoculture energetiche destinate alla produzione di biocombustibili. Al confine tra l'ambito ecologico e socioculturale, diversi autori mettono in risalto l'impatto paesaggistico provocato dagli aerogeneratori e dagli impianti idroelettrici (Wolsink, 2000). Altri segnalano le molteplici barriere finanziarie e di mercato che possono determinare, in alcuni casi, un'insostenibilità economica degli impianti per lo sfruttamento delle FER (Owen, 2006). Infine, la recente crisi alimentare globale ha portato alcuni studiosi a ritenere l'incremento della domanda di biomassa per produrre biocombustibili tra le concause princi-

pali di un aumento dei prezzi di mercato dei prodotti agricoli destinati all'alimentazione umana e animale (Boron, 2008; Cassman e Liska, 2007).

Ragionando in un'ottica spaziale, le FER offrono notevoli spunti di interesse. L'utilizzo delle fonti non rinnovabili ha dato luogo a un sistema energetico organizzato su filiere molto lunghe, in cui la produzione di energia avviene in modo centralizzato e integrato, mentre l'estrazione della fonte energetica è localizzata solitamente a grande distanza dai luoghi di produzione e consumo (Elliot, 2000). La dimensione locale è sostanzialmente dipendente da reti di approvvigionamento gestite da attori sovralocali (monopoli nazionali, oligopoli globali), in un sistema sempre più «deterritorializzato». L'interesse per fonti energetiche localizzate in luoghi sempre più marginali, come le regioni artiche per le risorse petrolifere o il Nord della Russia per il gas naturale, è una testimonianza di tale assenza di legame tra luoghi di approvvigionamento, produzione e consumo. Le operazioni di estrazione e produzione si avvalgono di metodi e tecnologie evolute e consolidate, applicabili in modo indipendente dal contesto fisico e socioeconomico presente localmente: le relazioni tra i giacimenti e il territorio circostante sono molto scarse, così come sono praticamente nulle le relazioni tra i luoghi di estrazione e i luoghi in cui la materia prima verrà raffinata e l'energia prodotta e consumata. Anche nella fase di trasporto e di lavorazione del prodotto (raffinazione, rigassificazione ecc.), le dinamiche localizzative seguono logiche di convenienza economica, che nulla hanno a che fare con le caratteristiche proprie dei differenti territori. Un modello energetico simile, pertanto, concepisce il territorio quasi esclusivamente nei termini di un supporto (per esempio per l'installazione di un impianto o di reti di distribuzione) o al limite come un insieme di risorse (fossili) localizzate in determinati luoghi ed estraibili per produrre energia. Anche gli impatti ambientali si assestano su un piano quasi esclusivamente globale che, nei migliori casi, considera le emissioni di gas serra derivanti dall'estrazione, dalla produzione, dalla distribuzione e dal consumo delle fonti fossili.

Il passaggio alle FER rende più complessa la lettura dell'organizzazione territoriale dei sistemi energetici, in quanto le relazioni che queste instaurano con il territorio sono molteplici e di difficile interpretazione. Generalmente, la grande differenza tra FER e fonti fossili risiede in una loro più marcata diffusione spaziale ⁽¹⁾, la quale consente un utilizzo decentralizzato delle risorse sia nelle fasi di approvvigionamento e di produzione sia in quelle di distribuzione e consumo dell'energia. A questa, tuttavia, si devono aggiungere alcuni ulteriori elementi di differenziazione.

Un fattore dipende dalla chiusura o non chiusura dei flussi di energia alla scala locale. Così come altre filiere tecnologiche (per esempio, quelle dei rifiuti o delle risorse idriche) si stanno riorganizzando su base locale, in modo da perseguire criteri di efficienza chiudendo i flussi di *inputs* e *outputs* al loro interno, allo stesso modo la decentralizzazione dei sistemi energetici consente l'istituzione di filiere corte di approvvigionamento, produzione, distribuzione e consumo (Peper-

(1) Anche la diffusione spaziale non può essere considerata come una caratteristica trasversale a tutte le FER: si pensi, per esempio, alla geotermia ad alta temperatura o alle maree, sfruttabili solo in alcuni contesti favorevoli.

mans e altri, 2005). Tali filiere afferiscono a diversi ambiti. Vengono definiti, per esempio, cicli ecologici quei cicli legati alle forme di approvvigionamento delle materie prime (*input*) e all'emissione di inquinanti (*output*). In questo caso si parlerà di cicli almeno parzialmente chiusi nel caso in cui il sistema energetico utilizzi risorse ecologiche locali (per esempio, boschi o corpi idrici sfruttabili localmente) o scarti di produzione di alcuni comparti economici (scarti agricoli o di allevamento ecc.) che consentono a loro volta di dare compimento e di chiudere altri cicli economici e produttivi. Sono, invece, cicli aperti quelli in cui le materie prime sono importate attraverso reti lunghe che comportano la movimentazione sul territorio di grandi quantità di materiale (per esempio, legname o oli combustibili). La differenza tra queste tipologie di approvvigionamento ha, peraltro, profonde ripercussioni sugli *outputs* del sistema: nel primo caso, le conseguenze sull'ambiente saranno infatti piuttosto contenute, legate al trasporto della materia prima per brevi tragitti e all'impatto esercitato dagli impianti di produzione dell'energia; nel secondo caso, gli impatti saranno molto più elevati (spesso a causa dell'emissione di grandi quantità di CO₂ per il trasporto della materia prima) con ripercussioni che trascendono la sola dimensione locale. Altre tipologie di cicli possono riguardare le filiere legate alla provenienza della tecnologia per la realizzazione dell'impianto produttivo e delle infrastrutture per la distribuzione e il consumo di energia; quelle economiche e finanziarie, legate ai flussi che consentono di realizzare investimenti sulle FER; sociali e politiche, riguardanti le tipologie di attori sociali coinvolti nella realizzazione di impianti per lo sfruttamento delle FER. È molto difficile immaginare sistemi completamente chiusi e sistemi completamente aperti. Più facilmente, si ritroveranno sistemi misti, in cui alcuni cicli sono parzialmente chiusi (per esempio quelli ecologici) e altri maggiormente aperti (per esempio, quelli tecnologici o quelli finanziari).

Un secondo fattore riguarda le tipologie di relazioni tra gli attori, locali e non; mentre i sistemi fondati sulle fonti fossili, fortemente centralizzati, rendono pressoché impossibile un coinvolgimento attivo del tessuto socioeconomico e istituzionale locale, le FER possono dare vita a forme di organizzazione in cui gli attori assumono un ruolo determinante. Riprendendo alcune riflessioni di Dematteis sul concetto di azione collettiva (Dematteis, 2007), lo sfruttamento delle FER può avvenire anche tramite forme complesse di auto-organizzazione da parte degli attori locali, sino a un comportamento del territorio come «attore collettivo». In queste forme di azione, i soggetti locali presenti nei territori, lungi dall'essere passivi o attivabili esclusivamente attraverso iniziative esogene, possono dar vita a forme di collaborazione che, sfruttando le conoscenze tecniche e le attitudini imprenditoriali presenti sul territorio, mettano in atto efficaci azioni di sfruttamento e valorizzazione delle risorse locali ⁽²⁾.

(2) Anche in questo caso è utile non cadere in forme di generalizzazione: così come si potranno avere iniziative esclusivamente esogene o esclusivamente endogene, sono molti i casi in cui le iniziative possono essere miste e vedere la partecipazione di attori locali e attori sovra-locali.

La transizione verso un maggiore utilizzo delle FER implica, quindi, una diversa lettura del territorio. Questo non viene più visto semplicemente nei termini di un supporto o di un «contenitore» banale di risorse. Bensì, viene concepito come l'insieme di risorse e attori che, attraverso relazioni di cooperazione così come di conflitto, possono attivarsi per valorizzare le proprie fonti energetiche.

Verso vocazioni energetiche territoriali? – Partendo dalla visione di territorio sopra descritta, come è possibile valutare le potenzialità di sviluppo delle FER insite in un dato contesto territoriale? Verso quale modello di sistema energetico fondato sulle FER un territorio può dirigersi? A quale scala bisogna valutare le potenzialità di sfruttamento delle fonti rinnovabili?

La stima del potenziale di energia rinnovabile utilizzabile in un dato territorio è un tema al centro di una certa attenzione a livello internazionale. Diversi articoli pubblicati su riviste di settore hanno proposto metodologie di stima adeguate a scale territoriali e in filiere differenti (Kaygusuz e Turker, 2002; Schneider, Duic e Bogdan, 2007). Simili tentativi sono peraltro sempre più sperimentati nei processi di pianificazione energetica degli enti locali, anche in Italia ⁽³⁾. Tuttavia, queste analisi si soffermano su un potenziale massimo teorico di risorse energetiche intese in senso strettamente fisico disponibili in una data area, senza considerare il territorio nel suo complesso e le relazioni che la valorizzazione delle FER necessariamente intrattiene con le altre componenti sociali, ambientali ed economiche del contesto locale.

Nella prospettiva di cogliere la complessità territoriale del potenziale energetico, si propone il concetto di *vocazione energetica territoriale* (Bagliani, Dansero e Puttilli, 2008) quale strumento interpretativo finalizzato ad analizzare quelle potenzialità che possono condurre a una riorganizzazione del territorio verso modelli più sostenibili: per esempio, orientando la produzione di energia allo sfruttamento di fonti rinnovabili locali o modificando le tipologie di consumo in funzione dei caratteri fisici locali e delle modalità insediative per adeguarle ai criteri della razionalizzazione e riduzione dei consumi. Il termine «vocazione» deriva dal latino *vocare*, «chiamare», e, quando viene associato a una persona, designa una particolare attitudine e sensibilità che la caratterizza. La vocazione territoriale, in una prospettiva geografica di scuola determinista, potrebbe essere intesa come un insieme di caratteri (ambientali così come storici e culturali) che connotano stabilmente un territorio e ne disegnano quindi le attitudini e i destini produttivi. Da un punto di vista energetico, significherebbe sostenere, per esempio, che la presenza di un'esposizione solare o anemologica altamente favorevole «chiami» il territorio a una naturale (quasi deterministica) vocazione per lo sviluppo delle energie fotovoltaiche o eoliche. Tuttavia, già Lucio Gambi considera le vocazioni nei termini di un insieme di inclinazioni o «inviti» che l'uomo riconosce in un determinato ambiente e che possono costituire delle «potenzialità a fornire certe produzioni o energie o

(3) A riguardo, si veda lo studio prodotto da Ambiente Italia (2008) sull'analisi del potenziale energetico da fonti rinnovabili nel territorio della Provincia di Verona.

agevolazioni» per l'organizzazione sociale (Gambi, 1972, p. 15). È però l'uomo a disporre di queste vocazioni a seconda della capacità e interesse a valorizzarne alcune piuttosto che altre. Nel solco di tali suggestioni, più recentemente altri autori (Dematteis, 2001; Magnaghi, 2000) hanno messo fortemente in discussione l'esistenza di una vocazione caratterizzante una volta per tutti i territori, per affermare invece la presenza di dotazioni locali, che possono di volta in volta essere (o non essere) colte come risorse e quindi valorizzate da parte degli attori locali o sovra-locali. In questo ultimo senso le potenzialità e i destini di un territorio non sono determinati *a priori* ma dipendono sia dalla dotazione di risorse potenziali sia dal contesto tecnologico, culturale, economico, tra cui spicca la capacità degli attori, locali e non, di percepire come risorse aspetti che in altre condizioni non verrebbero colti come tali. Così, contesti molto favorevoli per lo sfruttamento di specifiche FER possono vedere un sotto-utilizzo delle proprie risorse potenziali in confronto con territori meno dotati in termini di risorse fisiche, ma caratterizzati da un contesto socioeconomico maggiormente pronto a valorizzarle e sfruttarle ⁽⁴⁾. Tale prospettiva spinge verso una accezione di vocazione differente, in cui non rientrano soltanto le caratteristiche strutturali di un territorio, ma anche le sue componenti relazionali: le forme di organizzazione del territorio, le attività in esso presenti, le relazioni che legano soggetti locali e attori sovra-locali. Questi aspetti e potenzialità variano da contesto a contesto. È possibile definire la vocazione energetica di un territorio a partire da almeno tre livelli diversi, tra loro interdipendenti.

Un primo livello considera gli aspetti fisici ed ecologici e guarda alle risorse energetiche teoriche potenziali così come agli utilizzi e impieghi già esistenti. Le risorse potenziali derivano prima di tutto da condizioni naturali e fisiche locali (come l'esposizione anemologica e solare, la tipologia di suolo e la sua resa in termini agricoli, la presenza di bacini e corpi idrici, di foreste e superfici boscate) che rendono un determinato contesto più o meno adatto allo sfruttamento delle diverse fonti rinnovabili. In secondo luogo, la possibilità di utilizzare le FER dipende anche dagli utilizzi che di quella risorsa già si fanno, sia per la produzione energetica, sia per altri tipi di attività, che in qualche modo ne vincolano un incremento nell'utilizzo: il massiccio utilizzo della risorsa idroelettrica nel Nord Italia certamente oggi impone forti vincoli a ogni ulteriore prelievo dai corpi idrici alpini; l'impiego di aree agricole per scopi alimentari impone di riflettere sui costi, non solo economici, di una potenziale riconversione delle colture a fini energetici; la presenza di contesti ad alto valore paesaggistico (e quindi sfruttati, per esempio, per la fruizione turistica) limita la possibilità di investire in strutture dal forte impatto sul paesaggio. In altri casi, un utilizzo pregresso delle risorse locali può rappresentare un'opportunità: una foresta gestita in modo efficiente può consentire una più efficace localizzazione di filiere in grado di sfruttarne il legno per scopi energetici. La presenza di allevamenti integrati e concentrati in una particolare area

(4) È ben noto il caso di successo della Germania per quanto riguarda la diffusione della tecnologia fotovoltaica. Come illustra Sheer (2006), il successo tedesco è fondato sia su importanti incentivi nazionali, sia sulla capacità di iniziativa alla scala regionale che ha saputo creare un contesto favorevole non soltanto allo sfruttamento delle FER, ma anche allo sviluppo tecnologico a esse connesso.

Tab. 1 – *La stima delle risorse rinnovabili disponibili localmente*

Fattori da considerare	Esempi di indicatori
Disponibilità locale di risorse rinnovabili	– Esposizione anemologica/solare e rendimenti potenziali – Corpi idrici sfruttabili attraverso la realizzazione di invasi o impianti di micro-generazione – Presenza potenziale di biomassa (da allevamenti, da attività agricole, da attività silvo-forestali ecc.) – Presenza di risorse geotermiche ad alta temperatura – Stima del potenziale ottenibile da altre filiere energetiche
Attuali impieghi di risorse rinnovabili alla scala locale	– MW elettrici prodotti annualmente dalle diverse fonti rinnovabili – MW termici prodotti annualmente dalle diverse fonti rinnovabili – Potenze (termiche ed elettriche) installate nelle diverse filiere rinnovabili
Presenza di attività e risorse potenzialmente conflittuali con le fonti rinnovabili	– Presenza di attività agricole di pregio o con rendimenti elevati – Presenza di paesaggi di pregio dal valore culturale e turistico – Sfruttamenti alternativi della risorsa idrica (turismo fluviale)
Possibilità di istituire sinergie con altre risorse e attività svolte sul territorio	– Presenza di attività colturali dell'allevamento che favoriscano il recupero degli scarti per la produzione di energia – Presenza di attività di gestione forestale che favoriscano una razionalizzazione della filiera attraverso lo sfruttamento della risorsa legno a fini energetici
Accessibilità e raggiungibilità delle fonti rinnovabili	– Raggiungibilità dei corpi forestali e vicinanza con insediamenti che possano sfruttare la localizzazione potenziale di un impianto – Possibilità di alimentare impianti per la produzione di energia da biomassa con materia prima proveniente entro un raggio contenuto (50 km) – Localizzazione dei campi di vento favorevole e raggiungibile – Condizioni locali di irraggiamento

può rendere opportuno lo sviluppo di filiere per la produzione di biogas dai reflui e dalle deiezioni animali, apportando vantaggi in termini energetici e di smaltimento degli scarti zootecnici. La presenza di impianti di captazione delle acque dotati di generatori elettrici obsoleti apre la possibilità ad azioni di razionalizzazione e *repowering* del parco idroelettrico. A titolo esemplificativo, e ispirandosi ad alcuni studi recenti (Harmelink, Voogt e Cremer, 2006), nel valutare le risorse fisiche potenzialmente impiegabili in un territorio è pertanto possibile considerare alcuni degli aspetti in tabella 1.

Un secondo livello delle vocazioni energetiche territoriali impone di riflettere sull'organizzazione del territorio dal punto di vista delle attività produttive e dei modelli insediativi. È a questo livello che è possibile analizzare lo stretto legame presente tra le forme e le strutture territoriali, la domanda di energia e le potenzialità di riconversione o di nuove modalità di produzione energetica. La localizzazione di attività produttive «energivore», le tipologie insediative concentrate o disperse, la presenza di reti di trasporto su ferro e/o su gomma, la disponibilità di un patrimonio edilizio che è possibile riqualificare da un punto di vista energetico sono tutti elementi che, da un lato, caratterizzano i bisogni energetici di un territorio e, dall'altro, contribuiscono a disegnare il contesto produttivo e infrastrutturale all'interno del quale le nuove energie rinnovabili possono essere colte come opportunità e sviluppate localmente. L'analisi dell'assetto organizzativo e insediativo di un territorio consente inoltre di approfondire meglio le possibilità di intervenire attraverso strumenti di politica e di pianificazione territoriale nel settore del risparmio e dell'efficienza energetica. Anche a questo livello, è possibile isolare alcuni elementi significativi da tenere in considerazione (tab. 2).

Un terzo livello considera come parte fondamentale delle vocazioni energetiche il ruolo degli attori nel relazionarsi alle risorse del territorio: la presenza di particolari filiere nell'ambito energetico o della gestione di risorse che possono divenire anche energetiche (come nel caso delle biomasse), l'attivismo di soggetti e istituzioni pubbliche locali, l'esistenza di forme di cooperazione tra soggetti pubblici e soggetti privati, la presenza sul territorio di attori sovra-locali, la formulazione di politiche locali di sostegno e promozione delle FER sono tutti fattori in grado di influenzare notevolmente le possibilità di auto-rappresentazione, di accesso e di sfruttamento di determinate risorse energetiche (tab. 3).

Infine, sono da considerare i caratteri di multi-dimensionalità, multi-scalarità e trans-scalarità delle vocazioni energetiche: sono multi-dimensionalità in quanto singoli territori possono manifestarsi maggiormente *vocati* per alcune tipologie di FER e meno per altre. Questo sia per caratteristiche fisiche e morfologiche, sia per la presenza (o l'assenza) di filiere di attori in grado di valorizzare determinate fonti piuttosto che altre. Sono multi-scalari in quanto possono essere analizzate a scale differenti. A una scala geografica molto piccola (per esempio, di comunità montana o anche comunale), l'analisi potrà soffermarsi su precisi bacini potenziali di risorse attraverso una valutazione molto attenta e puntuale delle vocazioni. A una scala più ampia (di rango sovra-comunale, provinciale e anche regionale), è possibile definirle in modo più generale, facendo riferimento alle diverse tipologie di risorse (materiali e immateriali) presenti sul territorio e alle diverse modalità

Tab. 2 – *L'assetto organizzativo territoriale*

Fattori da considerare	Esempi di indicatori
Organizzazione del sistema locale di trasporto	– Connessioni ferroviarie e nodalità – Connessioni stradali principali e minori
Modelli insediativi prevalenti	– Superficie urbanizzata residenziale e produttiva – Indice di dispersione insediativa – Dinamica espansiva dell'urbanizzato – Densità della popolazione – Popolazione concentrata e sparsa
Diffusione di sistemi di efficienza energetica	– Centrali di cogenerazione da fonti rinnovabili (biomasse) e da gas naturale – Estensione delle reti di teleriscaldamento – Autoproduzione di energia da parte delle industrie – Patrimonio residenziale ed edilizio dotato di sistemi di efficienza e risparmio
Localizzazione di attività altamente energivore	– Localizzazione delle principali attività produttive e possibilità di alimentarle (almeno in parte) attraverso fonti rinnovabili
Caratteristiche del patrimonio edilizio e sua dinamica evolutiva	– Patrimonio edilizio residenziale complessivo – Patrimonio residenziale oggetto di certificazione energetica e di riqualificazione – Nuove costruzioni realizzate secondo criteri di efficienza

di sfruttamento adottate dagli attori locali. Infine, sono trans-scalari in quanto le differenti componenti della vocazione energetica possono operare a scale differenti. Le risorse fisiche sono spesso vincolate a specifici contesti locali di rango sub-provinciale: si pensi a un bosco, a un insieme di colture energetiche, oppure a un torrente alpino sfruttabile attraverso impianti micro-idroelettrici. Tuttavia, gli attori che si attivano per sfruttare e valorizzare quelle risorse possono operare e mettere in relazione scale territoriali differenti. Chi realizza l'impianto potrà essere sia un attore locale sia un attore sovra-locale interessato allo sfruttamento di quella risorsa. In ogni caso, questi si dovrà relazionare ad attori locali (pubblici e privati): con le pubbliche amministrazioni per la richiesta di autorizzazione ed, eventualmente, di agevolazioni; con la popolazione locale per confrontarsi nel caso emergano conflittualità rispetto alla realizzazione di un impianto; con imprese e attori interessati a ricevere direttamente l'energia prodotta attraverso l'impianto; con le istituzioni di rango sovra-locale e sovra-nazionale per usufruire di agevolazioni quali i certificati verdi e altre forme di incentivo.

Tab. 3 – Le relazioni tra attori e risorse

Fattori da considerare	Esempi di indicatori
Filiere di attori nelle fonti rinnovabili e in settori complementari	– Presenza di imprese attive nella valorizzazione delle FER nelle diverse filiere (biomassa, eolico, fotovoltaico ecc.) – Imprese operanti nella filiera forestale (manutenzione, gestione, raccolta, lavorazione, triturazione) – Imprese attive nella valorizzazione degli scarti e sottoprodotti agricoli (produzione, raccolta, lavorazione) e dell'allevamento (per la produzione di biogas) – Allevamenti e capi di bovini e suini presenti sul territorio – Imprese attive nella coltura di biomasse dedicate
Presenza di imprese per la produzione di tecnologia o la realizzazione degli impianti	– Imprese coinvolte nella produzione di pannelli fotovoltaici e tecnologie per altre filiere da FER (idroelettrico, biomasse ecc.) – Imprese coinvolte in programmi di ricerca per lo sviluppo e l'innovazione tecnologica di alcune filiere di FER – Presenza di imprese installatrici e realizzatrici degli impianti nei diversi settori delle FER – Presenza di <i>partnerships</i> tra imprese locali e imprese esogene nell'ambito del trasferimento tecnologico e della ricerca/innovazione e installazione
Presenza di ESCO o altre strutture di accompagnamento e sostegno alla diffusione delle FER	– Numero di ESCO e attività promosse da ogni agenzia – Presenza di agenzie per l'energia di natura pubblica – Presenza di progetti orientati al sostegno e alla diffusione di determinate tecnologie da FER (progetti di sostegno e incentivazione alla diffusione del fotovoltaico)
Attivismo degli attori privati nel settore delle FER	– Numero di impianti presenti sul territorio per ciascuna filiera di FER

	– Quantità di richieste di autorizzazione in fase di valutazione presso gli enti provinciali e regionali – Risposta ai bandi pubblici per la concessione di finanziamenti per la realizzazione di impianti nelle diverse filiere – Istituzione di <i>partnerships</i> private e pubblico-private per la realizzazione di impianti di pubblica utilità – Diffusione della tecnologia fotovoltaica (numero di impianti realizzati e potenze installate)
Attivismo degli attori pubblici nella promozione delle FER	– Impianti realizzati con finanziamenti pubblici – Interventi di efficienza energetica sul patrimonio pubblico (certificazione energetica, riqualificazione, posa di pannelli solari e fotovoltaici) – Costituzione di accordi e programmi di finanziamento delle FER e dell'efficienza (istituzioni di fondi rotativi, accordi con istituti di credito ecc.) – Costituzione di <i>partnerships</i> con soggetti privati – Attività di pianificazione energetica locale e di regolamentazione della diffusione delle FER – Attività di pianificazione in settori complementari a quello energetico e considerazione delle FER e dell'efficienza (pianificazione forestale, agricola, industriale, territoriale) – Attività di sensibilizzazione, comunicazione e informazione alla cittadinanza su FER ed efficienza/risparmio
Partecipazione della cittadinanza e conflittualità	– Presenza di comitati e associazioni che operano nell'ambito della promozione e sensibilizzazione – Presenza di comitati insorti in opposizione a determinati impianti da fonti rinnovabili (biomassa, eolico ecc.) – Formazione di consorzi e gruppi di acquisto per la diffusione di determinate FER (gruppi di acquisto per il fotovoltaico e il solare termico)

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ABBASI S.A. e N. ABBASI, *The Likely Adverse Environmental Impacts of Renewable Energy Sources*, in «Applied Energy», 2000, 65, pp. 121-144.
- AMBIENTE ITALIA, *Analisi del potenziale energetico da fonti rinnovabili in Provincia di Verona*, Milano, Ambiente Italia, 2008.
- ANGEL D., *Environmental Innovation and Regulation*, in G. CLARK, M. FELDMAN e M. GERTLER (a cura di), *The Oxford Handbook of Geography*, Oxford, Oxford University Press, 2000.
- BAGLIANI M., E. DANSERO e M. PUTTILLI, *Energia e fonti rinnovabili: quali vocazioni per il Piemonte?*, in IRES Piemonte, *Piemonte Economico Sociale 2007*, Torino, IRES Piemonte, 2008, pp. 138-150.
- BORON A., *Agrocombustibili: i grandi vincitori di un'opzione mortale*, in L. VASAPOLLO e R. MARTUFI (a cura di), *L'ambiente capitale. Alternative alla globalizzazione contro natura: Cuba investe sull'umanità*, Roma, Natura Avventura Edizioni, 2008, pp. 75-82.
- BRESSO M., *Per un'economia ecologica*, Roma, La Nuova Italia Scientifica, 1993.
- CARDARELLI U., *Urbanistica ed energia. Per una progettazione urbana consapevole dei problemi energetici*, Firenze, La Nuova Italia, 1982.
- CASSMAN K.G. e A.J. LISKA, *Food and Fuel for All: Realistic or Foolish?*, in «Biofuels, Bio-products and Biorefinering», Londra e New York, 2007, 1, pp. 18-23.
- CAVALLARO V. e E. DANSERO, *Sustainable Development: Global or Local?*, in «Geojournal», Dordrecht, 1998, 45, pp. 33-40.
- CIATTONI A. e V. YVETTE, *Géographie et géopolitique des énergies*, Parigi, Hatier, 2007.
- COPE D.R., P. HILLS e P. JAMES, *Energy Policy and Land-use Planning*, Oxford, Pergamon Press, 1984.
- CURRAN D.W., *Géographie mondiale de l'énergie*, Parigi, Masson, 1973.
- CURRAN D.W., *La nouvelle donne énergétique*, Parigi, Masson, 1981.
- DEMATTEIS G., *Per una geografia della territorialità attiva e dei valori territoriali*, in P. BONORA (a cura di), *Slot quaderno 1*, Bologna, Baskerville, 2001, pp. 47-60.
- DEMATTEIS G., *Per una geografia dell'agire collettivo. Introduzione*, in G. BORGARELLO, E. DANSERO, G. DEMATTEIS, F. GOVERNA e B. ZOBEL (a cura di), *Linee guida per lavorare insieme nei sistemi territoriali locali. Progetto «Promozione della sostenibilità nel Pinerolese». Un percorso di ricerca/azione territoriale*, Torino, Provincia di Torino - Regione Piemonte, 2007, pp. 27-32.
- DE PASCALI P., *Città ed energia. La valenza energetica dell'organizzazione insediativa*, Milano, F. Angeli, 2008.
- DINCER I., *Environmental Impacts of Energy*, in «Energy Policy», Kidlington, 1999, 27, pp. 845-854.
- DINCER I., *Renewable Energy and Sustainable Development: A Crucial Review*, in «Renewable and Sustainable Energy Reviews», Oxford, 2000, 4, pp. 157-175.
- DUPUY G., *Systèmes, réseaux et territoires. Principes de réseautique territoriale*, Parigi, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1985.
- ELLIOT D., *Renewable Energy and Sustainable Futures*, in «Futures», Oxford, 2000, 32, pp. 261-274.

- FABRONI M., *Pensiero ecologico, movimento ecologista e sviluppo locale*, in A. MAGNAGHI (a cura di), *Il territorio dell'abitare. Lo sviluppo locale come alternativa strategica*, Milano, F. Angeli, 1994, pp. 203-217.
- GAMBI L., *I valori storici dei quadri ambientali*, in R. RUGGIERO e C. VIVANTI (a cura di), *Storia d'Italia. Vol. I - I caratteri originali*, Torino, Einaudi, 1972, pp. 3-57.
- GIBBS D., *Prospects for an Environmental Economic Geography: Linking Ecological Modernization and Regulationist Approach*, in «Geography», Sheffield, 2006, 82, 2, pp. 193-215.
- HARMELINK M., M. VOOGT e C. CREMER, *Analysing the Effectiveness of Renewable Energy Supporting Policies in the European Union*, in «Energy Policy», Kidlington, 2006, 34, pp. 343-351.
- HEIDKAMP C.P., *A Theoretical Framework for a Spatially Conscious Economic Analysis of Environmental Issues*, in «Geoforum», Oxford-New York, 2008, 39, pp. 62-75.
- IPCC, *Climate Change 2007: Synthesis Report*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Ginevra, 2007.
- JANICKE M., *Ecological Modernisation: New Perspectives*, in «Journal of Cleaner Production», Oxford, 2008, 16, pp. 557-565.
- KAYGUSUZ K. e M.F. TURKER, *Biomass Energy Potential in Turkey*, in «Renewable Energy», Oxford, 2002, 26, 4, pp. 661-678.
- LANDINI P., *Energia elettrica e industria in Abruzzo*, in «BSGI», 2000, pp. 23-34.
- MAGNAGHI A., *Il progetto locale*, Torino, Bollati Boringhieri, 2000.
- OMER A.M., *Green Energies and the Environment*, in «Renewable and Sustainable Energy Reviews», Oxford, 2008, 12, pp. 1789-1821.
- OWEN A.D., *Renewable Energy: Externality Costs as Market Barriers*, in «Energy Policy», Kidlington, 2006, 34, pp. 632-642.
- OWENS S., *Energy, Planning and Urban Form*, Londra, Pion Limited, 1986.
- PAINULY J.P., *Barriers to Renewable Energy Penetration; a Framework for Analysis*, in «Renewable Energy», Oxford, 2001, 24, pp. 73-89.
- PASQUALETTI M., *Morality, Space, and the Power of Wind-energy Landscapes*, in «Geographical Review», New York, 2000, 90, 3, pp. 381-394.
- PEPERMANS G. e altri, *Distributed Generation: Definition, Benefits and Issues*, in «Energy Policy», Kidlington, 2005, 33, pp. 787-798.
- PREZIOSO M., *Aspetti geografici della rete elettrica molisana*, in «BSGI», 2000, pp. 35-68.
- RAFFESTIN C., *L'industria: dalla realtà materiale alla messa in immagine*, in E. DANSE-RO e A. VANOLO (a cura di), *Geografie dei paesaggi industriali in Italia*, Milano, F. Angeli, 2006, pp. 19-37.
- ROMANOS M.C., *Energy Price effects on Metropolitan Spatial Structure and Form*, in «Environment and Planning A», Londra, 1978, 10, pp. 93-104.
- SCHEER H., *Autonomia energetica. Ecologia, tecnologia e sociologia delle risorse rinnovabili*, Milano, Edizioni Ambiente, 2006.
- SCHNEIDER D.R., N. DUIC e Z. BOGDAN, *Mapping the Potential for Decentralized Energy Generation Based on Renewable Energy Sources in the Republic of Croatia*, in «Energy», Londra, 2007, 32, pp. 1731-1744.
- SCHOUMAKER B.M., *Géographie de l'énergie. Acteurs, lieux et enjeux*, Parigi, Belin, 2007.

- SEGRE A., *L'industria elettrica e il paesaggio*, in G. ZANETTI (a cura di), *Storia dell'industria elettrica in Italia*, Roma-Bari, Laterza, 1994, pp. 811-820.
- SNEDDON C.S., *Sustainability in Ecological Economics, Ecology and Livelihoods: A Review*, in «Progress in Human Geography», Londra, 2000, 24, 4, pp. 521-549.
- VERA I. e L. LANGLOIS, *Energy Indicators for Sustainable Development*, in «Energy», Londra, 2007, 32, pp. 875-882.
- WAGSTAFF H.R., *A Geography of Energy*, Dubuque, W.C. Brown, 1974.
- WALLNER H.P., M. NARODASLAWSKY e F. MOSER, *Islands of Sustainability: A Bottom-up Approach Towards Sustainable Development*, in «Environment and Planning», Londra, 1996, 28, pp. 1763-1768.
- WOLSINK M., *Wind Power and the NIMBY-myth: Institutional Capacity and the Limited Significance of Public Support*, in «Renewable Energy», Oxford, 2000, 21, pp. 49-64.
- ZUINDEAU B., *Spatial Approach to Sustainable Development: Challenges for Equity and Efficacy*, in «Regional Studies», Cambridge, 2006, 40, 5, pp. 459-470.

A GEOGRAPHIC APPROACH TO ENERGY TRANSITION: THE LOCAL ENERGY POTENTIALS. – This is the first of two papers centred on the relationship between energy (and in particular renewable energy sources) and territory. In the last years, the question of energy production and consumption has assumed an ever more important role in most recent international debate on sustainability, and the development of renewable energy sources is seen by now as a great opportunity to achieve sustainability objectives at the different scales. This paper sustains that the utilisation of renewable energies depends on the capacity to valorise the endogenous potentials (here identified as «energy vocations») of every territorial system. These potentials certainly consist of the presence of some physical energy sources. But they are also determined by the capacity of local systems of actors to recognise and valorise these sources, promoting the integration and avoiding the conflict with other local resources in some other different domains.

Politecnico e Università degli Studi di Torino, Dipartimento Interateneo Territorio

matteo.puttilli@polito.it