

**POLITICHE LOCALI
PER IL CLIMA**

**Metodologie d'analisi
e strumenti d'intervento**

**a cura di
Fabio Disconzi
Arturo Lorenzoni**

FrancoAngeli

*Economia e politica
dell'energia e dell'ambiente*

Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.



ECONOMIA E POLITICA DELL'ENERGIA
E DELL'AMBIENTE

collana diretta da Luigi De Paoli, Francesco Gulli, Antonio Massarutto

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: *www.francoangeli.it* e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

**POLITICHE LOCALI
PER IL CLIMA**

**Metodologie d'analisi
e strumenti di intervento**

**a cura di
Fabio Disconzi
Arturo Lorenzoni**

FrancoAngeli

Copyright © 2014 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

*L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore.
L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni
della licenza d'uso previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.*

INDICE

Introduzione , a cura di <i>Fabio Disconzi e Arturo Lorenzoni</i>	pag.	9
1. Analisi multicriteriale e scenari di efficienza energetica per il settore residenziale: il caso della Regione Veneto , di <i>Alessandro Salvati, Giuseppina Siciliano e Margherita Emma Turvani</i>	»	17
1.1. Introduzione	»	17
1.2. Analisi dei consumi energetici nel settore residenziale della Regione Veneto	»	19
1.3. Metodologia e dati utilizzati	»	23
1.3.1. Analisi dello stock abitativo Veneto al 2011	»	25
1.3.2. La stima del fabbisogno abitativo 2011-2021	»	27
1.4. La costruzione degli scenari	»	29
1.4.1. Un modello rappresentativo del patrimonio abitativo	»	29
1.4.2. Il calcolo dei consumi termici per tipologia edilizia ed epoca d'età	»	32
1.4.3. L'analisi del processo di retro-fitting	»	34
1.4.3.1. Distribuzione e intensità degli interventi	»	37
1.4.4. Costruzione degli scenari e dei criteri di valutazione	»	41
1.5. Valutazione multicriteriale di scenari di efficienza energetica come strumento di supporto al processo decisionale	»	44
1.5.1. Risultati dell'analisi multicriteriale degli scenari di efficienza energetica	»	48
1.6. Conclusioni	»	54
Bibliografia	»	56

2. Migliorare l'efficienza energetica del patrimonio edilizio esistente , di <i>Alessandro Righi, Fabio Peron e Piercarlo Romagnoni</i>	pag. 60
2.1. Introduzione	» 60
2.1.1. La definizione dello stock edilizio Veneto	» 61
2.1.2. La composizione dei dati ISTAT	» 62
2.1.3. Il metodo di estrazione dei dati ISTAT	» 64
2.1.4. La stima CRESME dello stock fino al 2011	» 66
2.1.5. La definizione dello stock esistente	» 66
2.2. Caratteristiche di involucro e impianto nello stock esistente	» 73
2.3. Il retrofitting energetico	» 76
2.4. Risultati	» 77
2.4.1. Il modello numerico e la sua taratura	» 78
2.4.2. Gli scenari di intervento	» 79
2.5. Conclusioni	» 81
Bibliografia	» 104
3. Conoscere il potenziale delle fonti rinnovabili , di <i>Fabio Disconzi e Arturo Lorenzoni</i>	» 105
3.1. Conoscere e comprendere un territorio	» 106
3.1.1. Possiamo “fare tutto” con le rinnovabili? Il potenziale energetico di una fonte rinnovabile	» 106
3.2. Rappresentare il territorio in formato digitale	» 110
3.3. Presentazione Carta Tecnica Veneto	» 114
3.4. Potenziale del fotovoltaico	» 119
3.4.1. Dalla superficie totale alla superficie disponibile	» 123
3.4.2. Irraggiamento solare	» 126
3.4.3. Dalla superficie disponibile alla generazione elettrica	» 128
3.5. Considerazioni e osservazioni	» 133
3.5.1. Anello informativo regionale-locale	» 133
Bibliografia	» 134
4. Valutare le ricadute degli investimenti in energia rinnovabile sulle economie regionali , di <i>Mattia Cai e Arturo Lorenzoni</i>	» 136
4.1. Introduzione	» 137
4.2. Modelli IO per l'analisi d'impatto	» 139
4.2.1. Principi generali dell'analisi d'impatto	» 139
4.2.2. Un'analisi d'impatto a livello regionale	» 142

4.3. Fonti di dati e costruzione di un modello IO multi-regionale	pag.	146
4.3.1. La stima dei flussi di commercio tra regioni	»	148
4.3.2. Bilanciamento del commercio interregionale con dati provenienti da altre fonti	»	157
4.3.3. Coefficienti tecnici, valore aggiunto, occupazione e fattori di emissione	»	158
4.4. Applicazioni del modello: alcuni esempi dal Veneto	»	158
4.4.1. Le ricadute degli investimenti del 2011 nel solare fotovoltaico	»	159
4.4.2. Le ricadute di investimenti potenziali nel biogas di fonte agricola	»	161
4.4.3. Alcune considerazioni sui limiti dell'analisi	»	163
4.5. Considerazioni conclusive	»	164
Riferimenti bibliografici	»	164
5. Efficienza energetica e inquinamento da trasporti stradali , di <i>Elena Scattola</i> e <i>Andrea Stocchetti</i>	»	166
5.1. Introduzione	»	166
5.2. L'importanza delle politiche di rinnovo del parco circolante	»	170
5.2.1. Il quadro della situazione veneta	»	174
5.2.2. Azioni e <i>policies</i> per la riduzione delle emissioni e l'aumento dell'efficienza energetica	»	182
5.2.3. Alternative ai carburanti tradizionali	»	183
5.2.4. Innovazione tecnologica dei mezzi di trasporto	»	193
5.2.5. Interventi sulle infrastrutture e sui flussi logistici	»	199
5.2.6. Valutazione della riduzione di emissioni di CO ₂ equivalente a fronte di Interventi limitativi sul parco circolante	»	203
5.2.7. Interventi di limitazione e integrazione dei sistemi di mobilità	»	205
5.2.8. Inibizione alla circolazione delle autovetture più vecchie	»	207
5.2.9. Vantaggi competitivi legati all'efficienza energetica e alla riduzione delle emissioni	»	208
5.2.10. Indicatori obiettivo e rilevazioni	»	209
Bibliografia citata e fonti	»	211

6. Produzione di biomassa algale nel territorio veneto nell'ottica di uno sfruttamento delle risorse territoriali e alla riduzione delle emissioni di gas serra, di Fabio Disconzi e Eleonora Sforza	pag. 215
6.1. Introduzione	» 215
6.2. Scopo del lavoro	» 217
6.3. Applicazione del GIS per una stima della produttività di olio da microalghe nel territorio Veneto	» 217
6.3.1. Premesse	» 217
6.3.2. Definizione delle aree	» 218
6.4. Produttività teorica di biomassa algale	» 226
6.4.1. Scelta delle specie microalgali	» 227
6.4.2. Definizione dei fotobioreattori	» 230
6.4.3. Disponibilità dei nutrienti	» 232
6.5. Verifica sperimentale della capacità delle microalghe di utilizzare i nutrienti delle wastewaters	» 235
6.5.1. Utilizzo dei nutrienti contenuti in acque di scarico come fonte di nutrienti per le microalghe	» 236
6.5.2. Materiali e metodi	» 237
6.5.2.1. Specie algali e condizioni di coltura	» 237
6.5.2.2. Wastewaters	» 238
6.5.2.3. Apparecchiature	» 239
6.5.2.4. Curve di crescita	» 240
6.5.2.5. Tecniche analitiche	» 241
6.5.3. Risultati	» 242
6.5.3.1. Screening delle specie	» 242
6.5.3.2. Effetto del trattamento di sterilizzazione	» 243
6.5.3.3. Acque reflue dopo trattamento primario e in uscita dal depuratore	» 245
6.5.3.4. Acque di centrifuga dopo la vasca biologica e dopo digestione anaerobica	» 246
6.5.3.5. Misura del consumo di nutrienti negli esperimenti di crescita microalgale	» 248
6.5.4. Considerazioni conclusive	» 252
6.6. Considerazioni e conclusioni	» 252
Bibliografia	» 253

INTRODUZIONE

a cura di *Fabio Disconzi e Arturo Lorenzoni*

Il presente lavoro nasce dalla collaborazione di tre gruppi di ricerca degli Atenei di Padova, Ca' Foscari e IUAV mirata a proporre delle linee di azione da intraprendere a livello locale per promuovere la riduzione delle emissioni di gas serra stimolando al contempo la crescita economica del territorio, facendo dei vincoli ambientali un'occasione di sviluppo.

La gestione ambientale del territorio può rappresentare una grossa occasione di indirizzo dell'economia e richiede una integrazione di competenze tecniche, economiche e finanziarie tutt'altro che immediata. Il lavoro svolto dal gruppo interdisciplinare rappresenta un buon esempio di come si possano disegnare percorsi interessanti quando si riesca a tenere una visione comune pur partendo da provenienze e conoscenze diverse, per affrontare la sfida climatica in una chiave di sviluppo locale.

Gli impegni assunti dall'Italia su scala internazionale nel 2008 e 2009 con i documenti che hanno portato alle direttive 2009/28/CE, 2009/29/CE e 2009/30/CE, infatti, non possono essere rispettati senza una decisa azione su scala locale, tale da modificare gli usi energetici dell'intera comunità dei consumatori. Si tratta di una modifica profonda del paradigma di sviluppo e di consumo energetico consolidata nell'ultimo secolo, finalizzata non a una riduzione del benessere, ma ad un miglioramento della qualità della vita, pur in presenza di un minor consumo. Che questo sia possibile lo dimostrano numerosi esempi in Europa, dove il contenimento delle emissioni di gas serra ha portato a una rivoluzione nell'edilizia, nella mobilità e nell'uso del territorio, capace di rendere neutrali dal punto di vista delle emissioni comunità di persone di dimensioni rilevanti. Non è certo una trasformazione istantanea, spontanea, ma un processo virtuoso che può assicurare nel lungo periodo la sostenibilità della nostra economia.

In questo scenario di cambiamento e di ripensamento delle politiche energetiche, gli studi condotti forniscono idee e spunti ai decisori pubblici

per la definizione degli strumenti programmatici a livello regionale per la redazione del Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR), attraverso il quale le amministrazioni possono programmare e indirizzare gli interventi in campo energetico nei propri territori. Il piano permette di definire le strategie energetico-ambientali degli anni a venire, permette di regolare le funzioni degli enti locali, armonizzandone le decisioni più importanti.

Il PEAR su scala regionale, come il PAES (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile) su scala comunale, costituiscono il quadro di riferimento per i soggetti pubblici e privati che assumono iniziative in campo energetico nel territorio di riferimento; esso deve contenere gli indirizzi, gli obiettivi a lungo-medio termine, le indicazioni concrete, gli strumenti disponibili, i riferimenti legislativi e normativi, le opportunità finanziarie, i vincoli, gli obblighi e i diritti per i soggetti economici e per i consumatori di energia (cittadini e imprese). Naturalmente la pianificazione energetica è strettamente legata alla pianificazione ambientale: si pensi agli effetti diretti e indiretti sull'ambiente della generazione, trasformazione, distribuzione e consumo di energia elettrica, per cui l'integrazione dei due aspetti in un unico documento di indirizzo è sensata e utile. Considerata l'importanza dell'indirizzo degli investimenti verso minori emissioni di gas serra, sarebbe desiderabile che ogni ente locale si dotasse di un proprio Piano Clima, in cui esprimere in modo esplicito le linee strategiche dell'amministrazione verso la sostenibilità di lungo periodo. Un documento sintetico, ma di grande rilevanza per indirizzare le azioni dei privati.

Il presente volume propone una serie di strumenti d'analisi, che sono stati applicati alla Regione Veneto, ma sono validi per qualsiasi ente locale e possono rappresentare l'ossatura di un'azione efficace per la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra. È il frutto di una collaborazione finanziata dalla Regione Veneto tramite il programma di borse annuali per giovani ricercatori con il sostegno del Fondo Sociale Europeo.

Dal lavoro svolto sono emerse alcune indicazioni strategiche di base per la messa a punto di Piani locali efficaci, in alcuni settori responsabili di una quota elevata delle emissioni di gas serra da fonte non industriale: la produzione di energia da fonti rinnovabili, la mobilità, la ristrutturazione degli edifici.

Nel capitolo 1 sono presentate in dettaglio le statistiche del patrimonio edilizio regionale e viene descritta la metodologia che ha portato alla definizione del modello energetico. Tale modello, adeguatamente tarato mediante simulazioni *ad hoc* e comparazioni con casi studio sperimentali, viene utilizzato per analizzare differenti scenari di intervento e permette di studiare gli effetti sui consumi energetici regionali derivanti dall'adozione

di accorgimenti tecnici specifici (ad esempio quelli previsti dalla politica nazionale di agevolazione fiscale per il risparmio energetico).

Il lavoro mostra come sia possibile fare “una fotografia” del patrimonio edilizio residenziale di una Regione considerando le statistiche fornite dai censimenti nazionali ISTAT. Lo strumento permette al decisore pubblico di comprendere le caratteristiche del patrimonio edilizio in termini di epoca di costruzione, tipo di contiguità, tipi di impianti, caratteristiche delle pareti opache e verticali ecc. fornendo una maggiore sensibilità nei riguardi degli aspetti più critici su cui agire.

Lo studio permette di valutare l’impatto di azioni orientate all’efficienza energetica quando applicate a determinate tipologie di edificio, di una certa epoca contestualizzate in una zona climatica stimando il risparmio energetico conseguibile da un’azione o serie di interventi.

Rispetto alle misure attuali di stimolo all’efficienza nel settore edilizio, basate sulla detrazione fiscale del 65% resa permanente nel luglio 2013, il modello sviluppato consente di definire scenari che mettono in evidenza i benefici e costi di politiche più o meno incisive. Mentre lo scenario tendenziale, basato sull’assenza di misure permanenti, prevede un risparmio pari al 9% del fabbisogno per il settore residenziale al 2020, uno scenario virtuoso consentirebbe un risparmio del 27% al 2020.

Con una politica mirata alla riqualificazione degli edifici costruiti prima del 1961 il risparmio ottenibile sarebbe di poco superiore allo scenario tendenziale (1,15% annuo), ma con un numero di interventi nettamente inferiore rispetto allo scenario tendenziale.

Il modello permette di avere una maggior sensibilità dal punto di vista tecnico economico sull’impatto di un intervento di efficienza energetica. Ad esempio il modello consente di valutare il risparmio ottenibile sostituendo unicamente le chiusure trasparenti di tutti gli edifici: si avrebbe una diminuzione pari al 2,10% dei consumi, circa il doppio della riduzione stimata nello scenario tendenziale.

La metodologia presentata può essere facilmente scalata a livello provinciale o comunale, quando si disponga di una buona base di dati iniziale.

Il capitolo analizza poi le dinamiche che regoleranno lo sviluppo del patrimonio edilizio Regionale dal 2011 al 2021. L’analisi multicriteriale degli scenari considerati ha consentito di definire delle priorità negli interventi, a seconda della dimensione (ambientale, sociale, istituzionale ed economica) che si desidera analizzare. Dalla relazione emerge chiaramente che non esistono percorsi di incentivazione e crescita pre-determinati ed univoci, ma soluzioni che, compatibilmente con i vincoli del territorio e della situazione

economico-sociale, portano ad un miglioramento dell'efficienza energetica più o meno spinto.

Nel capitolo 2 sono analizzate le caratteristiche del patrimonio edilizio del settore civile e terziario della Regione Veneto. Prendendo come base di partenza i dati statistici del censimento ISTAT e integrandolo con altre fonti da precedenti studi, viene costruito un modello in grado di descrivere le prestazioni energetiche dell'intero patrimonio edilizio secondo variabili quali: epoca di costruzione, tipologia edilizia e caratteristiche tecnologiche dell'involucro e degli impianti. Si è costruito così un insieme di informazioni tale da consentire di stimare gli impatti di diverse politiche di intervento sul settore delle costruzioni.

Per impostare politiche valide è essenziale conoscere cosa accade nel territorio di riferimento. E non è un aspetto scontato, tutt'altro, e nemmeno di facile acquisizione. Per fare un esempio, conoscere la distribuzione dei consumi di gas naturale per tipologia d'utenza è impresa ardua, pur essendo un'informazione indispensabile per comprendere dove sia opportuno concentrare l'azione di sostituzione delle fonti fossili. La disponibilità di una buona base di dati è presupposto essenziale per lo sviluppo di politiche efficienti e sostenibili. Oggi la raccolta e l'analisi dei dati può contare su strumenti assai potenti e di facile utilizzo: nel capitolo 3 sono presentati degli strumenti informatici che traducono le informazioni geografiche, territoriali, morfologiche e sociali in dati informatici facilmente analizzabili. Dopo una sintetica presentazione degli strumenti GIS (Geographical Information System) viene presentata una metodologia per stimare il potenziale energetico della fonte solare sfruttata attraverso la tecnologia fotovoltaica.

La rappresentazione in formato digitale delle principali caratteristiche morfologiche, topografiche e statistiche di un territorio consente ai decisori pubblici di comprendere e osservare la realtà del territorio, limitando le percezioni personali. I software GIS, convertendo informazioni spesso complesse e di non immediata comprensione (tabelle numeriche per una moltitudine di Comuni ad esempio), in un formato accessibile anche ai non esperti di questioni energetiche, permettono di capire come e dove sia più conveniente indirizzare gli sforzi. La generazione di mappe geografiche che rappresentano informazioni piuttosto complesse mediante l'uso di scale colorate, permette di individuare "con un colpo d'occhio" non solo l'entità delle criticità o dei punti di forza di un aspetto (grazie alla comparazione con la scala colorata), ma anche la loro posizione all'interno dell'area studiata. Nel caso vengano prodotte analisi riguardanti la domanda e l'offerta è possibile individuare immediatamente dove queste sono geograficamente più vicine e, ad esempio, instaurare una politica di incentivazione alla co-

struzione di una rete infrastrutturale che faccia incontrare domanda e offerta in quella zona specifica. A titolo di esempio, si pensi a una mappa della Regione Veneto che rappresenti la distribuzione della domanda di energia termica a bassa temperatura (riscaldamento, acqua calda sanitaria ecc.). La visione della mappa consente di individuare le aree geografiche con la maggior o minor domanda (dove ci sono centri urbani si vedranno delle concentrazioni di domanda).

Se parallelamente si guarda la mappa rappresentante la distribuzione geografica dei “grandi punti di generazione” di energia termica, come per esempio impianti di generazione elettrica, impianti alimentati a biomassa, industrie che non sfruttano il calore a bassa temperatura ecc., si comprende facilmente che dalla sovrapposizione delle due mappe si possono individuare immediatamente le aree nelle quali domanda e offerta sono “spazialmente vicine” ed è possibile valutare la possibilità di realizzare una rete di teleriscaldamento. In questo caso gli studi sulla convenienza economica della rete di teleriscaldamento partono da aree ben precise individuate da analisi condotte su una rappresentazione informatica della “reale” morfologia del territorio e non da percezioni personali.

Il lavoro illustrato nel capitolo 4 è in qualche modo complementare a quello svolto negli altri, proponendo una metodologia d’analisi delle ricadute sull’intera economia degli investimenti negli specifici settori. È evidente, infatti, che gli investimenti finalizzati al contenimento delle emissioni di gas serra, oltre ai benefici energetico-ambientali hanno ricadute dirette e indirette sull’intera economia nazionale. Dopo una rassegna dei principali modelli per la regionalizzazione delle tavole input-output nazionali, viene presentata una procedura che dallo sviluppo di un dataset del commercio interregionale costruisce un modello input-output “tagliato” sulla Regione Veneto; tale modello può essere facilmente scalabile e adattabile ad altre regioni o aree geografiche. Le potenzialità e i limiti del modello sono discusse presentando due esempi relativi all’ambito energetico: il settore fotovoltaico e gli impianti a biogas.

Nel capitolo 5 viene analizzato il settore dei trasporti, responsabile di una quota rilevante dei consumi di petrolio sia a livello regionale che nazionale. Partendo dall’analisi dei dati statistici sulla composizione del parco mezzi circolanti della Regione, nel capitolo viene illustrata una metodologia che consente di valutare i costi e benefici di specifiche politiche orientate alla riduzione delle emissioni. Le iniziative indagate sono di carattere tecnologico e logistico. In particolare è valutato l’impatto di proposte riguardanti la limitazione progressiva del traffico abbinate alla creazione di parcheggi scambiatori (e relativa intensificazione dei servizi per la mobilità

pubblica) e di politiche di inibizione alla circolazione di autovetture più vecchie e pesanti.

È bene precisare che lo sviluppo di politiche incentivanti la diffusione dei veicoli “puliti” su scala locale è difficile da raccordare con la dimensione globale del settore: la diffusione di nuove tecnologie, conseguente ad uno stimolo della domanda capace di influire sugli investimenti produttivi delle case automobilistiche, richiede di intervenire in un ambito geografico e amministrativo ben più ampio (nazionale o europeo). Ciononostante alcune misure locali possono avere effetti interessanti: l’accesso alle corsie preferenziali di tipo *car pool* anche con meno di tre passeggeri per le sole auto elettriche, ha creato un mercato di dimensioni notevoli nello stato della California.

Nel capitolo si sono sintetizzati i vantaggi competitivi legati a un sistema di trasporto locale ad alta efficienza energetica e basse emissioni: economie logistiche, individuali e collettive; aumento di attrattività del territorio (benefici turistici e miglioramento qualità della vita); riduzione dei costi sociali legati alle malattie causate dall’inquinamento.

I principali interventi atti a ridurre le emissioni di gas ad effetto serra applicabili al settore della mobilità su scala locale, che sono emersi dallo studio, sono riconducibili a due situazioni tipo: definizione di aree ad accesso limitato e relativo potenziamento dei servizi per la mobilità pubblica e inibizione della circolazione vetture più inquinanti. Considerando il parco delle autovetture circolante della Regione Veneto, esaminando la peculiare configurazione territoriale e l’incidenza dei trasporti quotidiani, la realizzazione di parcheggi scambiatori a 5-6 km dai principali attrattori urbani consentirebbe una riduzione di circa 1,6 milioni di tonnellate annue di CO₂ pari al 14,5% delle emissioni da trasporti e al 2,9% del totale delle emissioni regionali.

Partendo dalla constatazione che un motore Euro 0 per ogni km percorso emette polveri sottili (PM10) in misura fino a 52 volte maggiore di un Euro 5, dall’analisi dei dati per la Regione Veneto è emerso che la sostituzione delle autovetture Euro 0, Euro 1 ed Euro 2 con delle autovetture Euro 5 consentirebbe di abbattere l’emissione di polveri sottili di circa 231 tonnellate all’anno, equivalenti al 29,2% delle emissioni di PMI dell’intero parco circolante veneto di autovetture.

Il capitolo 6 affronta un caso specifico di valutazione delle potenzialità di investimento nel campo delle nuove fonti rinnovabili, la produzione di biomassa algale. La produzione di biocarburanti da biomassa sta suscitando un vivo interesse a livello internazionale e, in questo contesto, l’olio derivato da microalghe sembra essere una tecnologia potenzialmente in grado di supportare la richiesta energetica di combustibili liquidi per autotrazione e contribuire in modo sostanziale alla sostituzione dei combustibili fossili nel

lungo termine. La produzione di biomassa algale per via fotosintetica, inoltre, ha dei notevoli vantaggi dal punto di vista ambientale, contribuendo alla diminuzione dell'immissione dei gas serra in atmosfera e alla eliminazione di sali di ammonio e fosforo dalle acque di scarico.

In presenza di macronutrienti (principalmente nitrati e fosfati, e una fonte di carbonio) e micronutrienti (principalmente metalli utilizzati come cofattori) le microalghe sono in grado di riprodursi con una velocità notevolmente maggiore rispetto alle piante superiori terrestri. Ciò rende le microalghe particolarmente adatte alla coltivazione su larga scala per l'assorbimento della CO₂ atmosferica, per la produzione di biocombustibili, per la depurazione di reflui civili e agro-zootecnici e per la produzione di biomolecole. I vantaggi dell'utilizzo delle microalghe sono legati al fatto che questi organismi presentano elevate velocità di crescita, e possono essere coltivati massivamente in fotobioreattori, senza bisogno di terreni coltivabili ed eliminando, di conseguenza, il problema della competizione con risorse agricole destinate ad uso alimentare.

Il capitolo presenta lo studio per la verifica della fattibilità della produzione di microalghe a scopi energetici nel territorio Veneto. Sono state individuate le aree del territorio Veneto che potrebbero ospitare fotobioreattori, ne è stata calcolata la produttività potenziale utilizzando i dati di irradiazione solare, ed è stata valutata la disponibilità di acqua dolce o salata e la prossimità con impianti industriali o produttivi che potessero soddisfare alle richieste di nutrienti per la coltivazione della biomassa algale. Si è inoltre verificato sperimentalmente la possibilità di utilizzare reflui civili del territorio come fonte di nutrienti per la biomassa algale.

L'analisi degli interventi effettuata e illustrata nel testo, mostra che esiste una moltitudine di strade che si possono intraprendere per ridurre le emissioni di gas a effetto serra nel lungo periodo. Gli effetti delle singole analisi proposte nei vari capitoli non sono sommabili aritmeticamente (troppo virtuosi se si potessero conseguire tutte le azioni contemporaneamente!), ma vanno valutate complessivamente, sapendo che alcune si escludono a vicenda, mentre altre possono avere un effetto sinergico e quindi un risultato maggiore dell'applicazione singola.

1. ANALISI MULTICRITERIALE E SCENARI DI EFFICIENZA ENERGETICA PER IL SETTORE RESIDENZIALE: IL CASO DELLA REGIONE VENETO

di *Alessandro Salvati, Giuseppina Siciliano*
e *Margherita Emma Turvani*

1.1. Introduzione

Le attuali evidenze riguardanti l'aumento delle emissioni di gas a effetto serra (GHG) e i loro effetti sul clima globale (Solomon *et al.*, 2007) unitamente alle crescenti preoccupazioni per la scarsità di risorse non rinnovabili d'importanza strategica, rendono più che mai urgente la ricerca di alternative sostenibili all'attuale regime energetico. Tuttavia è ben noto come la riduzione delle emissioni di gas serra non possa essere perseguita unicamente mediante la sostituzione delle attuali fonti energetiche, ma richieda necessariamente uno sforzo di riduzione dei consumi finali (Imboden e Jaeger, 1999). Il piano italiano per l'efficienza energetica del 2011 (PAEE) punta – in accordo con gli obiettivi fissati da livello comunitario – ad una riduzione del consumo totale di energia entro il 2020 di circa il 14% (MSE, 2011), attribuendo al settore residenziale un ruolo di primo piano nell'abbattimento dei consumi. La Regione Veneto – che qui rappresenta l'area oggetto di studio – mostra il terzo più alto livello per consumi totali di energia in Italia: stando agli obiettivi definiti a livello regionale e mantenendo intatte le proporzioni definite dal PAEE per la suddivisione degli oneri di riduzione tra i vari settori (residenziale, industriale, terziario, agricoltura e trasporti), la Regione Veneto dovrebbe ridurre i consumi finali nel settore residenziale di 8 punti percentuali al 2020, di cui 7 dovrebbero provenire da una riduzione degli usi termici dell'energia¹. Sempre secondo il PAEE, il raggiungimento degli obiettivi dovrebbe essere guidato da un marcato rinnovamento delle componenti edilizie in un'ottica di maggiore efficienza delle prestazioni energetiche delle stesse. Di conseguenza, la scelta delle migliori

¹ La restante parte dovrebbe invece far capo ad una riduzione degli usi elettrici dell'energia.

soluzioni non dovrebbe prescindere da una seria analisi che consideri la tecnologia disponibile allo stato attuale e le dinamiche recenti nel consumo di energia. Per far questo è possibile ricorrere a modelli e metodi che permettano di individuare per le diverse tipologie edilizie gli interventi più idonei in termini di prestazioni energetiche, così da definire una gamma di scenari di supporto alla decisione che integrino i risultati ottenuti anche con considerazioni di natura sociale, ambientale o economica².

L'obiettivo della presente ricerca risponde a queste esigenze, fornendo ai decisori politici un aiuto alla definizione di politiche di sostenibilità ed efficienza energetica. In tal senso il lavoro prova a far luce sulle possibili evoluzioni dei consumi finali mediante l'elaborazione di più ipotesi di scenario. L'analisi mostra con che intensità, alcune differenti combinazioni di soluzioni rispondano agli obiettivi fissati a livello nazionale e comunitario, cercando inoltre di definire lo "spazio delle possibilità" (Kowalsky *et al.*, 2007) per la tecnologia attuale come *driver* per la riduzione dei consumi finali di energia.

La **prima fase** della ricerca ha portato alla costruzione di cinque scenari esplorativi (*ibidem*) dei **consumi termici** della regione Veneto al 2021, disegnati secondo alcune ipotesi che spaziano dal *Business as Usual* – ovvero la scelta di mantenere al 2021 il trend attuale degli interventi – alla *Best actual technology*, con l'applicazione diffusa delle migliori tecnologie disponibili: in particolare gli scenari hanno considerato ipotesi ulteriori quali l'incentivazione degli interventi più efficienti nell'abbattimento dei consumi o l'incentivazione degli interventi *labour intensive*, capaci di generare maggiori ricadute occupazionali. Il risultato è stato un modello in grado di rendere conto di differenti misure di **attività e intensità**³ del processo di rinnovamento energetico del patrimonio abitativo (meglio noto come *retro-fitting* energetico).

La **seconda fase** della ricerca ha portato alla costruzione di opportuni indicatori di performance ambientale, socio-economica e istituzionale al fine di procedere all'applicazione di un'analisi multicriteriale "tecnica" che ha coinvolto, nel processo di definizione dei criteri e nella costruzione degli scenari, esperti del settore energetico provenienti da istituzioni di ricerca e pubbliche amministrazioni. Il vantaggio dei metodi di valutazione multicriteriale è, infatti, quello di permettere valutazioni comparative, classificando

² In linea perciò con le indicazioni europee per la definizione delle politiche energetiche in un'ottica di "*Inclusive Green Growth*" (Fay, 2012) che contemplino, perciò tanto l'obiettivo primario di risparmio energetico, quanto quello di sviluppo economico e sociale.

³ Vale a dire – rispettivamente – il numero assoluto di interventi e il loro impatto in termini di riduzione dei consumi termici al 2021.

le alternative e utilizzando un insieme di regole decisionali e indicatori di performance multidimensionali⁴.

I risultati dell'analisi hanno permesso di identificare le potenzialità e i limiti dei diversi scenari di intervento nel caso della regione Veneto, fornendo un quadro di riferimento per la definizione di politiche mirate al raggiungimento di obiettivi di maggiore sostenibilità. La nostra ricerca in tal modo vuole rendere l'informazione più accessibile, attraverso uno strumento utile ad agevolare le complesse relazioni tra conoscenza tecnica e scientifica e scelta politica.

Il resto del capitolo è organizzato come segue: il paragrafo 1.2 riporta un quadro generale dei consumi energetici nel settore abitativo della Regione Veneto; il paragrafo 1.3 descrive la metodologia utilizzata per la costruzione degli scenari e riporta i principali dati utilizzati per quantificare e descrivere il patrimonio abitativo della Regione; il paragrafo 1.4 presenta gli scenari ottenuti e i criteri di valutazione utilizzati; il paragrafo 1.5 introduce la tecnica dell'analisi multi-criteriale utilizzata per la valutazione degli scenari e i relativi risultati; in conclusione sono riportate alcune considerazioni finali.

1.2. Analisi dei consumi energetici nel settore residenziale della Regione Veneto

Nel 2008 nel settore residenziale della Regione Veneto i consumi sono stati misurati in circa 2.172 ktep⁵, il 5,4% in più rispetto al dato del 1990. I dati riportati in Figura 1.1 fanno riferimento ai bilanci energetici regionali pubblicati annualmente da ENEA ad oggi disponibili fino al 2008. La ripartizione dei consumi mostra variazioni rilevanti nell'arco di tempo considerato (1990-2008), con una costante riduzione dell'uso dei derivati del petrolio (-53,4%) e un forte incremento nell'uso del gas naturale (+35,8%). Sono inoltre da notare la costante crescita dei consumi di energia elettrica

⁴ L'analisi multicriteriale è intesa e utilizzata come strumento di supporto al processo decisionale fornendo una valutazione di tipo integrato e multidisciplinare (Proctor e Drechsler, 2006).

⁵ Un TEP (Tonnellata di Petrolio Equivalente) è una delle misure più comunemente adottate nel computo dei consumi finali di energia al pari del Wattora o del Joule. È un'unità di misura usata per rendere più maneggevoli le cifre relative a grandi valori di energia: l'energia liberata infatti dalla combustione di una tonnellata di petrolio è più intuitiva dell'equivalente valore di 42 miliardi di Joule. Un TEP equivale anche a 11.630 MWh (secondo i parametri fissati dall'IEA). In Italia, le conversioni tra TEP e MWh o GJ (Giga joule) sono regolamentate anche dall'Agenzia per l'energia elettrica e il gas. Ai fini del rilascio dei certificati di Efficienza Energetica l'autorità ha quantificato nello 0,46 il rendimento di trasformazione del sistema nazionale di produzione di energia elettrica: vale a dire che nella fornitura di energia elettrica, dall'equivalente di 1 TEP si ricavano non più 11.630 MWh, bensì 5346 MWh di e.e.