

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN

Cooperazione internazionale e politiche per lo sviluppo sostenibile - International Cooperation and Sustainable Development Policies

Ciclo XXII

**Settore/i scientifico-disciplinare/i di afferenza:
AGR/01 ECONOMIA ED ESTIMO RURALE**

TITOLO TESI

Bioenergia ed innovazione nelle aree rurali: la valorizzazione energetica della biomassa forestale attraverso un caso studio.

Presentata da: Tommaso Neri

Coordinatore Dottorato

Relatore

Prof. Andrea Segré

Prof. Gianluca Brunori

Esame finale anno 2010

*A i' mi babbo
che pur non amando viaggiare
è partito per il viaggio più lungo
privandomi dei suoi insegnamenti.*

*Apri la mente a quel ch'io ti paleso
e fermalvi entro; ché non fa sciëntia,
sanza lo ritenere, avere inteso.*

Dante, Divina Commedia, Paradiso V, 40-42

*I am able to do all things
through him who gives me strength.*

Philippians 4:13

INDICE

RINGRAZIAMENTI.....	3
INTRODUZIONE	5
CAPITOLO 1 LA COSTRUZIONE DEL QUADRO TEORICO.....	8
1.1 – L’innovazione in agricoltura	8
1.2 - L’approccio lineare all’innovazione.....	12
1.3 - L’evoluzione degli studi di innovazione	15
1.4 - Il sistema socio-tecnico	20
1.5 - Innovazioni radicali e modello multi-livello.....	23
CAPITOLO 2 LO SCENARIO ENERGETICO GLOBALE.....	30
2.1 – Premessa	30
2.2 – Il quadro energetico globale	34
2.3 – Energia e cambiamenti climatici	42
2.3.1 – <i>Il contesto</i>	42
2.3.2 – <i>Il Protocollo di Kyoto</i>	47
CAPITOLO 3. LA STRATEGIA ENERGETICA INTEGRATA DELL’UE E LE BIOENERGIE	53
3.1 – Premessa	53
3.2 – Il mix energetico dell’UE	53
3.3 – Lo sviluppo della strategia energetica integrata dell’Unione Europea.....	62
3.4 – Le politiche dell’UE per la promozione delle fonti di energia rinnovabile.....	66
3.5 – Le politiche dell’UE per la promozione delle bioenergie.....	70
3.6 – La Politica Agricole Comunitaria e le bioenergie	78
3.7 – Le bioenergie e la nuova politica di sviluppo rurale (II pilastro)	84
3.8 – Le bioenergie: precisazioni e definizioni.....	97
3.8.1 – <i>Tipologie ed applicazioni delle biomasse ad uso energetico</i>	97
3.8.2 – <i>Vantaggi e criticità delle bioenergie</i>	100
3.8.3 – <i>La valorizzazione energetica della biomassa legnosa</i>	104

3.8.4 – <i>Il teleriscaldamento a biomasse</i>	108
3.8.5 – <i>Elementi di criticità ed opportunità delle biomasse legnose</i>	110
3.8.6 – <i>Principali strumenti legislativi a supporto del settore legno-energia</i>	112
CAPITOLO 4 IL CASO STUDIO	119
4.1 – <i>Introduzione</i>	119
4.2 – <i>Il caso studio</i>	123
4.2.1 – <i>Metodologia d’indagine e contesto di riferimento</i>	123
4.2.2 – <i>La centralina di teleriscaldamento a biomasse di Camporgiano</i>	128
4.2.3 – <i>Gli attori coinvolti ed il loro ruolo</i>	130
4.2.4 – <i>Il network ed il sistema socio-tecnico della centrale di Camporgiano</i>	145
4.2.5 – <i>Il caso studio e gli elementi di innovazione</i>	152
CAPITOLO 5. CONCLUSIONI	160
5.1 – <i>Premessa</i>	160
5.2 – <i>Alcuni spunti di riflessione</i>	161
5.3 – <i>Bionergia: quale paradigma?</i>	164
BIBLIOGRAFIA.....	169

RINGRAZIAMENTI

Giungere alla fine di un lavoro è sempre una bella soddisfazione, anche quando il risultato non è proprio all'altezza delle aspettative iniziali. Si può sempre fare meglio, ma non sempre ci si riesce sia a causa di errate scelte personali sia per la comparsa di fattori esterni inaspettati e indesiderati. Per questo motivo è utile seguire gli insegnamenti di Machiavelli che suggerisce al suo *Principe* di “*fare come li arcieri prudenti, a' quali parendo el loco dove disegnono ferire troppo lontano, e conoscendo fino a quanto va la virtù del loro arco, pongono la mira assai più alta che il loco destinato, non per aggiugnere con la loro freccia a tanta altezza, ma per potere, con lo aiuto di sí alta mira, pervenire al disegno loro*”. Mirare quindi a obiettivi impegnativi per raggiungere risultati accettabili facendo affidamento alla virtù dell'arco.

Nel nostro caso l'attività di ricerca svolta durante gli anni del Dottorato rappresenta l'*arco* e la tesi è l'obiettivo raggiunto: aspiravamo ad un risultato migliore, ma ci auguriamo che quello ottenuto sia almeno accettabile.

Dopo questa *captatio benevolentiae* è giunto il momento dei ringraziamenti che vanno innanzitutto a tutte quelle persone che con il loro supporto, diretto o indiretto, hanno contribuito alla stesura del presente lavoro ed alla relativa attività di ricerca. Un ringraziamento particolare al Comune di Camporgiano ed al GAL Garfagnana Ambiente e Sviluppo per le preziose informazioni.

All'interno del mondo accademico i miei ringraziamenti vanno in primis al mio tutor di dottorato Prof. Gianluca Brunori che mi ha seguito nell'attività di ricerca ed il cui aiuto si è rivelato sempre prezioso, specialmente ai fini della costruzione del quadro teorico di riferimento. A lui devo anche la possibilità di aver partecipato al progetto In-sight, proficua palestra di idee comunitaria ed esperienza fondamentale da cui la presente tesi ha tratto ispirazione. Un ringraziamento particolare ad i colleghi del Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa che mi hanno sempre accolto con amicizia e simpatia – non potrò mai scordare l'estrosità dell'esule Raffaella ed il dinamismo di Francesca ed i preziosi consigli di Giaime.

Un ringraziamento doveroso al coordinatore del dottorato Prof. Andrea Segrè – disponibile a facilitare i problemi dei dottorandi – ed a tutti i colleghi del corso di dottorato che ho avuto modo di conoscere e con i quali in questi anni ho condiviso interessanti momenti di confronto – significativa l’esperienza della Summer School di Porretta Terme del 2007. Un ringraziamento speciale a Francesca Regoli per il suo indispensabile ausilio tecnico e morale anche nei momenti più difficili.

I miei ringraziamenti vanno infine – ma non perché meno importanti – al gruppo degli economisti agrari del Dipartimento di Scienze Economiche dell’Università di Firenze coordinati dal Prof. Alessandro Pacciani – Andrea, Giovanni, Silvia, Tunia, Riccardo, Daniela e Elisabetta che troppo presto ci ha lasciati – al cui interno ho mosso i primi passi nel mondo della ricerca.

La ricerca è bella ma a volte si ripercuote sugli affetti e le amicizie, per cui un grazie ai miei più cari amici che in questi anni mi hanno sopportato ed incoraggiato rendendo il lavoro meno duro. Grazie quindi a Giovanni – il fratello che non ho ma che avrei voluto avere, sempre pronto a darti un consiglio o quanto meno a provarci – al singolare Luigi, al bravo Lorenzo e all’enigmatico Massimiliano. Ma anche ad Alice, Francesca, Riccardo, Matteo, Leonardo, Elisa e Laura (delle cui paranoie sono ormai un intenditore).

Un grazie alla mia famiglia per avermi fatto crescere nella campagna mugellana della quale ho imparato ad apprezzare pregi e difetti. Un grazie a mia madre, fondamentale punto di riferimento, ed a mio padre, che ha scelto di andarsene anzitempo lasciando un vuoto incolmabile. Un grazie ai miei zii ed ai miei polemicci cugini, che sono sempre stati presenti nella mia vita.

Infine ringrazio la precisa ed ordinata Ottavia che grazie al suo amore riesce sempre a supportarmi e sopportarmi nei momenti più difficili compensando la mia deriva caotica: grazie per averti incontrato.

INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni sono emerse con sempre più evidenza una serie di problematiche a livello globale che minacciano la stabilità dei principali sistemi energetici mondiali. L'aumento della domanda globale di energia, la crescente dipendenza dai combustibili fossili, la lotta ai cambiamenti climatici, l'inquinamento delle risorse naturali, rappresentano una serie di problemi per i quali non è ancora stata trovata una soluzione efficace. Probabilmente non esiste una strategia vincente, ma la sensazione largamente condivisa è che si sia reso necessario un profondo cambiamento nel modo di produrre e di utilizzare l'energia (Bardi, 2003).

In questo contesto si inseriscono le fonti di energia rinnovabile che si caratterizzano per non essere interessate da problemi di esaurimento, poiché l'utilizzo presente non ne pregiudica la disponibilità futura, per avere un impatto ambientale generalmente inferiore alle fonti convenzionali e per la loro natura decentralizzata sul territorio che offre maggiori garanzie in termini di sicurezza degli approvvigionamenti energetici. Le fonti di energia rinnovabile possono quindi contribuire ad una politica energetica innovativa ispirata ai principi della sostenibilità ed in grado di ridurre la dipendenza dal petrolio favorendo al contempo il raggiungimento degli obiettivi di Kyoto (Coiante, 2004).

All'interno del vasto panorama delle energie rinnovabili un ruolo sempre più significativo è ricoperto dalla *bioenergia*, la quale negli ultimi anni ha assunto particolare rilievo all'interno del dibattito agricolo-economico (Zezza, 2008) per le possibilità da essa offerte al settore agricolo e forestale in termini di diversificazione delle attività tradizionali e delle relative fonti di reddito, nell'ottica di una sempre maggiore multifunzionalità dell'azienda agricola. Non a caso il tema delle bioenergie è inserito sempre più frequentemente tra gli obiettivi della politica agricola e della programmazione rurale (Bonari, 2009).

Le bioenergie sono dunque chiamate ad offrire il proprio contributo in termini di sicurezza energetica e lotta al riscaldamento globale favorendo, al contempo, la diversificazione delle attività tradizionali del settore primario e lo sviluppo rurale

(Gilbertson, 2008). Queste due tipologie di obiettivi, energetico-ambientali da un lato ed agricolo-rurali dall'altro, in molti casi possono però risultare difficilmente conciliabili.

Come dimostrato da una piccola nicchia di autori all'interno del dibattito agricolo-economico, le bioenergie possono essere considerate come un esempio di innovazione di innovazione per il settore agricolo e le aree rurali (Wiskerke, 2003 e 2007; Roep, 2006; Van den Bergh, 2006). I pochi esempi disponibili tendono però a focalizzare l'attenzione sugli aspetti tecnologici dell'innovazione (Raven, 2004; Geels, 2007), mentre obiettivo del presente lavoro è quello di proporre una rilettura del tema delle bioenergie attraverso una concezione alternativa dell'innovazione (approccio multilivello) sviluppato nell'ambito del progetto europeo In-Sight – *Strengthening Innovation Processes for Growth and Development* – finanziato dalla Commissione Europea all'interno del VI Programma Quadro. Tale approccio parte dal rifiuto di una concezione lineare dell'innovazione (flusso di conoscenza) affermando che qualsiasi cambiamento nel sistema di produzione, di consumo e di distribuzione è in grado di generare innovazione, non solo tecnologica dunque.

Ai fini del presente lavoro, il rapporto tra bioenergia e innovazione è stato approfondito, seguendo l'approccio alternativo sopra menzionato, attraverso l'analisi di uno specifico caso studio relativo ad un'esperienza di valorizzazione energetica della biomassa – costruzione di un impianto di teleriscaldamento alimentato a biomasse legnose – realizzata in un'area rurale della Toscana.

Nello specifico il lavoro è strutturato nel seguente. Il **primo capitolo** è incentrato sulla costruzione del quadro teorico di riferimento, necessario per condurre l'analisi del caso studio. Vengono infatti i diversi approcci utilizzati per studiare il tema dell'innovazione fino a giungere alla descrizione di un modello multi-livello, in grado di cogliere i diversi aspetti di un'innovazione. Nel **secondo capitolo** viene invece effettuata una breve descrizione del quadro energetico dominante a livello globale, descrivendo il ruolo delle fonti di energia rinnovabile ed evidenziando il rapporto tra energia e cambiamento climatico, per soffermarsi sulle strategie intraprese a livello internazionale per affrontare il problema. Il **terzo capitolo**, nella prima parte si concentra sul contesto energetico comunitario descrivendo il percorso che ha condotto all'adozione di una strategia energetica integrata da parte dell'UE al cui interno le fonti di energia rinnovabile e le bioenergie rivestono un ruolo significativo. L'attenzione si

sposta poi sul rapporto tra bioenergie e politica agricola comunitaria, sia in relazione al primo che al secondo pilastro (sviluppo rurale). Proprio in relazione a quest'ultimo viene esaminato il rapporto tra bioenergia e programmazione rurale, scendendo dal livello comunitario a quello regionale passando per il nazionale. La seconda parte del capitolo fornisce invece una serie di informazioni generali sulle bioenergie, per poi concentrarsi sulla valorizzazione energetica della biomassa forestale. Il **quarto capitolo** è costituito dall'analisi del caso studio relativo alla centrale di teleriscaldamento alimentata a cippato forestale del Comune di Camporgiano. A tal proposito viene descritta la metodologia d'indagine ed il contesto di riferimento in cui ha avuto luogo l'iniziativa. In seguito vengono illustrate le caratteristiche principali dell'esperienza realizzata assieme agli attori che vi hanno preso parte. Il capitolo si conclude evidenziando gli elementi innovativi che si sono riscontrati all'interno del caso studio. Il **quinto capitolo** infine contiene le conclusioni della tesi ed offre alcuni spunti di riflessione sulla base dell'indagine effettuata.

CAPITOLO 1 LA COSTRUZIONE DEL QUADRO TEORICO

1.1 – L’innovazione in agricoltura

Il presente lavoro si propone di effettuare una rilettura del tema delle bioenergie in quanto esempio di innovazione per il settore agricolo e le aree rurali. Per fare ciò sarà fatto riferimento all’approccio alternativo alla tematica dell’innovazione sviluppato nell’ambito del progetto europeo In-Sight¹ e che sarà descritto nel presente capitolo.

Nel corso degli anni sono stati numerosi gli studi che, pur basandosi su posizioni diverse ed in contrasto tra loro, hanno affrontato la tematica dell’innovazione. La maggioranza dei lavori presenti in letteratura tendono però ad esaminare il ruolo delle innovazioni e degli effetti da esse prodotti all’interno del settore industriale e/o energetico piuttosto che di quello agricolo (Wiskerke, 2007; Roep, 2006; Van den Bergh, 2006). Di conseguenza all’interno del dibattito agricolo - economico il tema dell’innovazione ricopre una posizione relativamente marginale. Nonostante ciò il concetto di innovazione rurale ha subito nel tempo varie modifiche e rivisitazioni con inevitabili ripercussioni sui principi su cui si basano le politiche di innovazione per l’agricoltura e le aree rurali.

Diversi anni fa, sotto la spinta di organizzazioni internazionali quali l’OCSE e la FAO, è stato introdotto, all’interno del dibattito politico-economico il concetto di “Sistema di informazione e conoscenza in agricoltura” (AKIS)². Compito di questo sistema è quello di coordinare il trasferimento di conoscenza ed innovazione all’interno del settore agricolo contribuendo così alla sua modernizzazione. L’idea si basa infatti su una visione che, considerando la scienza come moderna, in quanto all’origine del progresso, e l’agricoltura come arretrata, giustifica ed auspica un massiccio intervento statale per recuperare il gap del settore primario (Leeuwis *et al.*, 2004). È in questo

¹ Il progetto di ricerca dal titolo “*Strengthening Innovation Processes for Growth and Development*” (IN-SIGHT) è stato finanziato dalla Commissione Europea nell’ambito del Sesto Programma Quadro ed ha coinvolto sette paesi nel biennio 2006-2008: Finlandia, Francia, Italia, Germania, Latvia, Olanda e Svizzera. Il progetto ha approfondito le conoscenze relative ai processi di diffusione dell’innovazione nel settore agricolo e nelle aree rurali dell’Unione Europea e del territorio elvetico.

² AKIS è l’acronimo inglese di Agricultural Knowledge And Information Systems.

contesto che si afferma il concetto di *trasferimento* della conoscenza, che sottolinea il fatto che l'innovazione prodotta esternamente all'azienda, deve essere trasferita all'agricoltore.

Il concetto di AKIS è stato attuato in molti paesi attraverso una forte integrazione, in genere a livello nazionale e sotto il controllo del Ministero dell'agricoltura, tra ricerca pubblica ed organismi di istruzione, formazione ed assistenza. In una delle sue versioni più recenti (Rivera e Zijp, 2002) il concetto è stato ampliato, in modo da includervi il tema dello sviluppo rurale, e rinominato “Sistema di informazione e conoscenza in agricoltura per lo sviluppo rurale” (AKIS/RD)³. Il nuovo modello si focalizza su quattro comparti collegati alla creazione e/o al trasferimento di innovazione all'interno del settore agricolo e dello sviluppo rurale:

- la ricerca
- i servizi di assistenza/consulenza (extension)
- l'istruzione e la formazione
- i sistemi di supporto (associazioni di categoria, fornitori di inputs, istituti di credito, etc.).

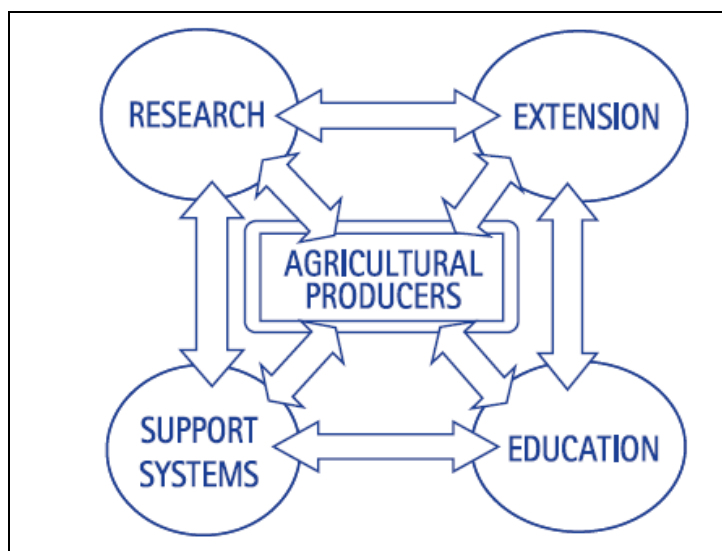
In base al modello AKIS/RD tutti questi elementi sono in grado di influenzare le conoscenze degli agricoltori e degli altri attori rurali e, in questo modo, di generare innovazione (Figura 1.1).

Le frecce bi-direzionali da e verso i produttori agricoli mostrano che questo modello non implica necessariamente un approccio top-down. Tuttavia il discorso cambia osservando i sistemi supporto. Molti agricoltori infatti acquisiscono informazioni e conoscenze attraverso le reti di commercializzazione delle sementi, dei concimi, dei macchinari, dei pesticidi, etc. In questi casi l'innovazione viene prodotta al livello dell'industria agro-alimentare, ovvero al di fuori delle aziende agricole e delle reti degli agricoltori. La capacità di apprendimento degli agricoltori risulta quindi molto influenzata dalla velocità con cui essi riescono ad adattarsi al cambiamento e dalla possibilità di stringere alleanze strategiche con i fornitori di inputs. In altre parole i processi innovativi risultano dominati dal ruolo dell'industria agro-alimentare, mentre gli agricoltori ricoprono un ruolo passivo essendo il più delle volte costretti a subire una data innovazione.

³ Agricultural Knowledge And Information Systems for Rural Development

Come dimostrato dal recente dibattito, le perplessità nei confronti del modello AKIS/RD sono aumentate nel tempo al punto di venire messo in discussione anche in quei paesi ha trovato una piena attuazione. In particolare le tre principali componenti del sistema, ossia la ricerca, l'assistenza/consulenza (extension) e l'istruzione/formazione, che insieme formano il cosiddetto "triangolo della conoscenza", sono state criticate per la loro inefficienza ed eccessiva burocratizzazione, nonché per il fatto di non essere in grado di rispondere alle esigenze reali degli agricoltori. Ciò ha condotto ad un processo di profonda ristrutturazione, caratterizzato da una tendenza alla liberalizzazione, che ha radicalmente cambiato il sistema AKIS/RD. Ad esempio le tre componenti sopra menzionate hanno visto ridimensionare la loro propria natura pubblica o diminuire notevolmente i finanziamenti statali di cui beneficiavano.

Fig. 1.1 – Modello di sistema di informazione e conoscenza in agricoltura



Fonte: elaborazioni proprie su Brunori et al. (2009)

Parallelamente nuove tematiche, quali la crescente preoccupazione per l'impatto ambientale dell'agricoltura industriale, la maggiore attenzione per l'occupazione e per la qualità della vita della popolazione rurale, l'interesse per le esternalità positive dell'attività agricola, hanno influenzato il dibattito politico orientandolo verso il riequilibrio e l'integrazione delle politiche agricole con lo sviluppo rurale.

E' infatti sempre più accettata l'idea che l'agricoltura stia attraversando un processo di profondo cambiamento. Molti attenti osservatori affermano che, a causa della

globalizzazione, il sistema agro-alimentare sta vivendo una nuova fase di ristrutturazione e concentrazione governata dalle imprese multinazionali (McMichael, 2004). Spesso sono proprio i settori non agricoli che, attingendo a risorse globali e ricorrendo ai progressi delle tecnologie di trasformazione e di trasporto, condizionano le traiettorie di sviluppo del comparto agricolo. Tuttavia fin dall'inizio degli anni '90 è stato un acceso dibattito in merito alla possibilità che l'agricoltura contemporanea potesse cambiare modello di riferimento, passando da quello *produttivista* ad uno *post-produttivista* (Wilson e Rigg, 2003). Come è stato osservato in molti casi l'obiettivo della modernizzazione dell'agricoltura, che per anni ha dominato sia le politiche che le teorie economico-agricole, è stato sostituito da un modello di sviluppo rurale che ha introdotto nuovi temi ed obiettivi (Ploeg et al 2000). La crescente attenzione interesse per la qualità e salubrità dei prodotti agro-alimentari ed il rinnovato interesse per gli studi sulla ruralità sono solo alcuni degli elementi che caratterizzano il nuovo modello di sviluppo rurale (Goodman, 2003; Cloke, 1997).

Tutti questi fattori hanno contribuito alla crisi del modello AKIS/RD da cui sono emerse una serie di considerazioni in merito al rapporto tra processi innovativi, agricoltura e aree rurali. In primo luogo appare sempre più evidente come le innovazioni che interessano il settore agricolo non abbiano automaticamente un effetto positivo sulle aree rurali. Ad esempio la meccanizzazione dell'agricoltura ha avuto ripercussioni sull'occupazione rurale contribuendo allo spopolamento delle campagne. In seconda istanza l'innovazione guidata dalla domanda (*demand-driven*) può condurre ad un conflitto di interessi con gli obiettivi pubblici. Si pensi alla difficoltà di conciliare la tutela della biodiversità con la ricerca di una maggiore produttività attraverso l'utilizzo di tecniche di coltivazioni intensive. Infine per raggiungere gli obiettivi di sviluppo rurale è necessario modificare il ruolo dell'intervento pubblico, spostando l'attenzione dagli agricoltori alle comunità rurali (di cui gli agricoltori possono essere un importante sottogruppo), dalle misure settoriali a quelle territoriali, dagli obiettivi di natura privata a quelli di interesse pubblico.

I forti cambiamenti di scenario che si sono manifestati negli ultimi anni hanno anche contribuito alla maturazione di una diversa concezione di innovazione rurale. E' infatti sempre più diffusa la convinzione che l'innovazione, specialmente in ambito rurale, non riguardi soltanto la tecnologia, ma che coinvolga sempre più la strategia aziendale,

l'organizzazione e la logistica, il marketing, la progettazione. Gli agricoltori che cercano di costruire un modello di agricoltura alternativo a quello industriale prevalente non applicano necessariamente nuove tecnologie. Le loro innovazioni, come dimostrato dall'analisi di alcuni casi-studio (Wiskerke e Ploeg, 2004), sono il risultato di diversi modi di pensare e di diversi modi di fare le cose. Inoltre i processi innovativi non interessano soltanto le aziende agricole, ma possono anche coinvolgere una pluralità di attori riconfigurando i modelli relazionali esterni all'azienda. Ad esempio l'introduzione delle bilance self-service o dei distributori automatici di prodotti freschi all'interno dei punti vendita della grande distribuzione implica un cambiamento nelle relazioni tra produttori agricoli, rivenditori e consumatori.

Sono sempre più frequenti, specialmente in contesti rurali, i casi in cui l'innovazione può assumere la forma di nuovi modelli sociali volti a migliorare la prestazione di servizi o a soddisfare bisogni sociali emergenti. Vanno in questa direzione le esperienze di agricoltura sociale volte al recupero di individui tossicodipendenti o all'integrazione di individui diversamente abili. Lo stesso si può affermare per le iniziative dei *Gruppi di acquisto solidale* (GAS) volte alla ricostruzione di un rapporto diretto tra produttore agricolo e consumatore finale. Queste forme di innovazioni possono essere definite come *innovazioni sociali* in quanto risponde alle in maniera innovativa alle esigenze sociali attraverso l'organizzazione di beni e la fornitura di servizi.

Nei paragrafi successivi cercheremo di mostrare il progressivo passaggio da una concezione di innovazione lineare ed esogena ad un approccio di sistema ed endogeno.

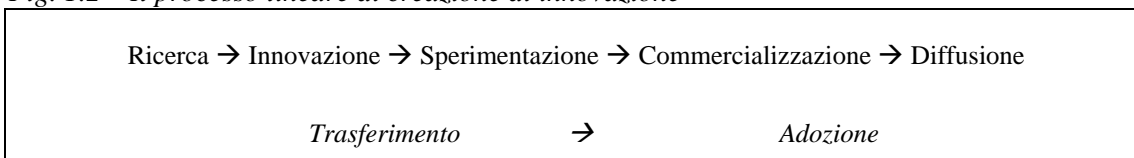
1.2 - L'approccio lineare all'innovazione

Negli ultimi anni è maturata sempre più la convinzione che, per avere una visione generale dell'innovazione, sia necessario ricorrere alle intuizioni provenienti da discipline diverse. Per questo motivo, specialmente nell'ambito delle scienze sociali, molte delle recenti ricerche sui processi innovativi hanno adottato un approccio interdisciplinare. L'economia tradizionale ha infatti focalizzato la propria attenzione sugli effetti economici derivanti dalla scelta di investire in innovazione, mentre ha trascurato lo studio del processo innovativo. Ad indagare e cercare di ricostruire che cosa succede al suo interno, ponendo particolare attenzione ai processi di

apprendimento, hanno provveduto principalmente studiosi di altre discipline. Sono state la sociologia, le scienze dell'organizzazione, gli studi di management e di business le principali discipline ad occuparsi dei processi di apprendimento. I geografi dell'economia hanno invece evidenziato come tali processi siano generalmente legati a contesti specifici, mentre la storia economica ha sottolineato che anche la localizzazione ed il modo di organizzarsi di un'innovazione variano nel tempo.

Secondo l'approccio convenzionale l'innovazione è il risultato di un processo lineare di accumulazione e trasferimento di nuova conoscenza all'interno del quale la tecnologia gioca un ruolo determinante: in altre parole non vi può essere innovazione senza nuova tecnologia. In base a questa visione il processo di creazione di innovazione inizia con l'attività di ricerca, portata avanti da gruppi di studiosi e ricercatori, la quale conduce a nuove scoperte tecnologiche. Alla ricerca di base segue la fase di sperimentazione durante la quale le nuove tecnologie, ovvero le innovazioni, vengono testate e perfezionate per poi essere introdotte all'interno dei processi produttivi. Successivamente, attraverso la loro commercializzazione oppure grazie a specifiche iniziative di trasferimento, le innovazioni si diffondono e vengono adottate su larga scala (Figura 1.2)

Fig. 1.2 – Il processo lineare di creazione di innovazione



Fonte: elaborazioni proprie

La velocità di diffusione di una determinata innovazione risulta però correlata positivamente alla facilità di apprendimento della nuova tecnologia ad essa associata. In tal senso notevole importanza è stata attribuita alla distinzione tra *tecnologia del prodotto* e *tecnologia di produzione* (Schmookler, 1966). La prima riguarda il modo con cui si crea o si migliora un prodotto, la seconda quello con cui lo si produce. Da ciò è derivata l'introduzione dei termini innovazione di prodotto ed innovazione di processo per indicare, rispettivamente, l'esistenza di nuovi o migliori beni ed i miglioramenti dei relativi metodi di produzione.

L'approccio convenzionale, focalizzando l'attenzione sull'aspetto tecnologico che caratterizza una data innovazione, tende a trascurare l'importanza del contesto di riferimento in cui questa si sviluppa. Sono infatti numerosi i fattori e gli elementi del contesto in grado di influenzare il processo di creazione dell'innovazione mettendone in discussione la stessa linearità. Ad esempio le cosiddette *innovazioni organizzative*, termine utilizzato per indicare i nuovi modi di organizzare la produzione o la distribuzione, possono produrre significativi effetti economici e sociali senza essere strettamente collegate ad una specifica tecnologia.

Proprio la necessità di comprendere e ricostruire le dinamiche evolutive dei processi innovativi non lineari, insieme alla volontà di evidenziare l'importanza del contesto di riferimento e di non circoscrivere il concetto di innovazione al solo ambito tecnologico, ha portato, attraverso il progetto In-Sight, all'elaborazione di un approccio alternativo, ampio ed olistico, in base al quale le innovazioni nascono e si sviluppano all'interno di determinati network (economici, produttivi, sociali, politici, etc.) (Brunori *et al.* 2009). Secondo questa visione è dunque possibile affermare che qualsiasi cambiamento avvenga in un sistema di produzione, di consumo o di distribuzione costituisce una novità in grado di generare innovazione (Wiskerke e Ploeg, 2004). L'aspetto tecnologico, che in molti casi e per molto tempo è stato il solo ad essere associato alla comune idea di innovazione, diventa così uno dei molteplici elementi che possono caratterizzare un'innovazione.

Questo nuovo orientamento è il risultato di un percorso graduale basato sulla sovrapposizione dei numerosi studi che, nel corso degli anni ed in contrasto con la tradizionale concezione lineare, si sono confrontati con la tematica dell'innovazione. L'idea di partenza è quella che per aumentare le conoscenze in merito ai processi innovativi, su ciò che li determina e sul loro impatto economico e sociale è necessario utilizzare un approccio interdisciplinare, che affronti l'innovazione da prospettive diverse. In questo modo è possibile cogliere le interazioni tra i vari elementi del contesto (istituzionali, legislativi, infrastrutturali, etc.) che ostacolano, rallentano o favoriscono la diffusione delle innovazioni.⁴

⁴ Inizialmente questo approccio è stato pensato per spiegare lo sviluppo tecnologico, ovvero il successo o il fallimento di una nuova tecnologia, ma il concetto può essere esteso a qualsiasi tipo di innovazione (tecnologica, organizzativa, sociale, etc.).

A tal proposito può essere utile ricordare la distinzione che di solito viene effettuata tra invenzione ed innovazione. Inventare significa concepire per la prima volta una nuova idea (un prodotto, un processo produttivo, un modo di organizzarsi, etc.), innovare vuol dire cercare di metterla in pratica (Fagerberg, 2005). Dal punto di vista temporale i due fenomeni possono essere molto ravvicinati e quindi non ben distinguibili, mentre in altri casi un notevole intervallo di tempo li separa. Il passaggio da invenzione ad innovazione richiede il coordinamento di una serie di conoscenze, di competenze, di abilità e di risorse durante il processo innovativo.

1.3 - L'evoluzione degli studi di innovazione

La necessità di studiare i processi innovativi, ovvero di capire come nasce l'innovazione andando al di là dell'ambito tecnologico, ha portato gran parte degli studiosi dei processi innovativi ad adottare un approccio interdisciplinare.

Per molto tempo il processo di creazione dell'innovazione è stato ritenuto impossibile da spiegare dagli studi tradizionali di scienze sociali. Di conseguenza l'innovazione veniva considerato un fenomeno esogeno, una sorta di “scatola nera” o di “manna dal cielo”. Maggior attenzione è stata invece rivolta, pur utilizzando un approccio lineare, verso i meccanismi di diffusione ed adozione delle innovazioni e degli effetti da essa provocati sull'economia. In particolare sono stati analizzati i motivi per cui, di fronte alla disponibilità di determinate innovazioni, il tasso di diffusione è stato inferiore rispetto alle aspettative (Feder e Slade, 1985).

Schumpeter è stato uno dei primi a criticare questa visione ponendo il ruolo dell'innovazione al centro dei cambiamenti economici e sociali (Schumpeter, 1934). La sua concezione di innovazione ruotava intorno a tre aspetti fondamentali. Il primo consisteva nell'incertezza intrinseca che accomunava tutti i progetti innovativi; il secondo evidenziava come, per sfruttare appieno i benefici economici di una innovazione, fosse necessario innovare per primi. Il terzo aspetto sottolineava la resistenza al nuovo, l'inerzia presente in tutti i settori della società che rischiava di rallentare o far fallire i processi innovativi. Schumpeter considerava lo sviluppo economico come un processo che portava, attraverso l'innovazione, a un cambiamento qualitativo: l'innovazione era infatti una nuova combinazione di risorse esistenti. Egli

attribuiva infine all'*imprenditore* il ruolo di innovatore, nel senso di colui che mette insieme e coordina le risorse ed i diversi fattori necessari per il successo del processo innovativo.

Un ulteriore passo in avanti verso lo studio dei processi innovativi può essere riscontrato nella teoria dell'innovazione indotta (Hayami e Ruttan 1970; 1971), che si è concentrata sullo studio dei fattori alla base del cambiamento tecnologico piuttosto che sui meccanismi di diffusione/adozione seguiti dalle innovazioni. Mentre la maggioranza dei modelli neo-classici considera il cambiamento (nel senso di sviluppo) tecnologico come una variabile esogena, secondo il modello basato sull'innovazione indotta i vari sistemi economici intraprendono sentieri di innovazione tecnologica diversi a seconda della propria dotazione di fattori (Olmstead e Rhode, 1993). Sarebbero dunque le risorse endogene a ciascun sistema economico a determinare lo sviluppo di determinate tecnologie. Ad esempio gli USA di fronte all'abbondanza del fattore terra ed alla limitatezza del lavoro hanno sviluppato tecnologie labor-saving.

Tuttavia anche la teoria dell'innovazione indotta pur dimostrando che i processi innovativi dipendono dalle risorse endogene ai sistemi in cui si sviluppano, non riescono a spiegare i meccanismi interni ai processi di creazione dell'innovazione (Ruttan 1997). Un successivo sforzo in questa direzione può essere riscontrato nelle critiche mosse da alcuni economisti evolutivi verso il modo con cui la teoria economica neoclassica considera l'innovazione tecnologica (Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1982). In particolare essi, sostenendo, in sintonia con Schumpeter, che lo sviluppo tecnologico sia un processo altamente incerto, rifiutano la raffigurazione della tecnologia come elemento esogeno (*scatola nera*) ad un dato contesto a cui attingere in caso di necessità. Diversamente, ispirandosi alle teorie darwiniane, gli economisti evolutivi concettualizzano lo sviluppo tecnologico come un processo di variazione e selezione simile a quello a cui sono sottoposte le specie animali e vegetali.

In altre parole, al pari di quanto avviene in natura, anche le nuove tecnologie devono confrontarsi con un ambiente selettivo, identificabile il più delle volte con il mercato anziché che con l'ambiente naturale. Vi è però una sostanziale differenza, poiché le imprese che sviluppano, ed in seguito commercializzano, le nuove tecnologie sono in grado di anticipare, almeno parzialmente, gli effetti dell'azione selettiva alla quale saranno sottoposte. Le attività delle imprese sono infatti dominate da routine che

vengono riprodotte attraverso la pratica e che consentono di accumulare conoscenza. Ciò consente a coloro che, all'interno dell'impresa, lavorano allo sviluppo di nuove tecnologie (i *progettisti*) di indirizzare una determinata tecnologia verso un percorso realisticamente fattibile.

Sarebbe dunque il contesto di conoscenze, apprendimento, convinzioni ed intuizioni in cui operano le imprese, che gli economisti evolutivi definiscono *regime tecnologico*, ad indirizzare lo sviluppo tecnologico nella direzione più idonea. Il regime tecnologico, accumulando esperienze e conoscenze di successo, è infatti in grado di ridurre il livello di incertezza con cui si devono confrontare i progettisti di una nuova tecnologia.

Gli studi effettuati dagli economisti evolutivi sono però più indirizzati a spiegare i cambiamenti economici anziché quelli tecnologici. Il loro interesse per lo sviluppo tecnologico è motivato dalle ripercussioni che esso può avere sulle imprese e di conseguenza sull'economia. Essi sono stati inoltre criticati per aver attribuito un'importanza eccessiva alle conoscenze cognitive alla base del *regime tecnologico*, le quali in sostanza risultano guidare lo sviluppo tecnologico. In secondo luogo gli economisti evolutivi, introducendo il concetto di regime tecnologico, non spiegano come esso faccia a diventare tale (Geels e Kemp, 2007).

Per colmare queste lacune è necessario continuare ad esplorare tra i vari studi sui processi innovativi che negli ultimi anni hanno intensificato la propria prospettiva interdisciplinare. Uno di questi filoni di studi ha applicato il concetto di sistema all'analisi delle relazioni tra i processi innovativi ed il più ampio contesto in cui sono inseriti. I sistemi sono, al pari delle reti, insieme di attività o di attori legati tra loro; è sullo studio di questi legami che si concentra l'approccio sistemico (Malerba, 2007). In particolare sono state esplorate le dinamiche tecnologiche dell'innovazione nelle sue diverse fasi, in modo da capire come questa influenzi e sia influenzata dal più ampio contesto sociale, istituzionale ed economico⁵. Diversi autori sostengono infatti che la tecnologia non dipende soltanto dalle conoscenze delle imprese, poiché essa è influenzata anche dalle infrastrutture, dalle istituzioni, dalle preferenze dei consumatori, etc.

⁵ In alcuni casi l'approccio sistemico ha considerato la dimensione spaziale ed ha utilizzato i confini nazionali o regionali per distinguere i differenti sistemi di innovazione. Ad esempio è stata coniata l'espressione *sistema nazionale di innovazione* per definire le interdipendenze tra i sistemi innovativi di un dato paese.

Per questi motivi il concetto di regime tecnologico è stato ampliato con nozioni provenienti dalle discipline storiche e sociologiche e ridefinito come “*l'insieme delle regole insite in un complesso sistema di pratiche tecnologiche, di processi produttivi, di abilità manuali, di elementi sociali e materiali; il tutto integrato in un determinato sistema di istituzioni ed infrastrutture*” (Rip e Kemp, 1998). Questa definizione sottolinea la coesistenza di elementi sociali e tecnologici all'interno di un regime tecnologico. Da un lato viene fatto notare che la tecnologia è integrata nella società; da un altro si integra il concetto con intuizioni sociologiche evidenziando le regole insite negli elementi tecnologici e sociali. Le regole possono essere **formali** o **informali**, e possono cambiare nel tempo in seguito alle pressioni dei vari attori. L'adozione di nuove tecnologie presuppone spesso una deviazione dalle regole (formali ed informali) dominanti a dimostrazione del fatto che le regole non sono completamente *fisse*.

Il diffondersi di un approccio interdisciplinare nello studio dei processi innovativi ha anche rivolto una maggiore attenzione alla distribuzione geografica e settoriale delle innovazioni. In tal senso sono state analizzate le ragioni per cui le innovazioni si manifestano e si diffondono più spesso e più rapidamente in alcune aree ed in alcuni settori piuttosto che in altri. Spesso infatti la prossimità geografica non rappresenta un fattore determinante per la diffusione di un'innovazione, diversamente da quanto affermato dalla letteratura sui sistemi innovativi territoriali. Allo stesso modo settori simili presentano diverse propensione all'innovazione.

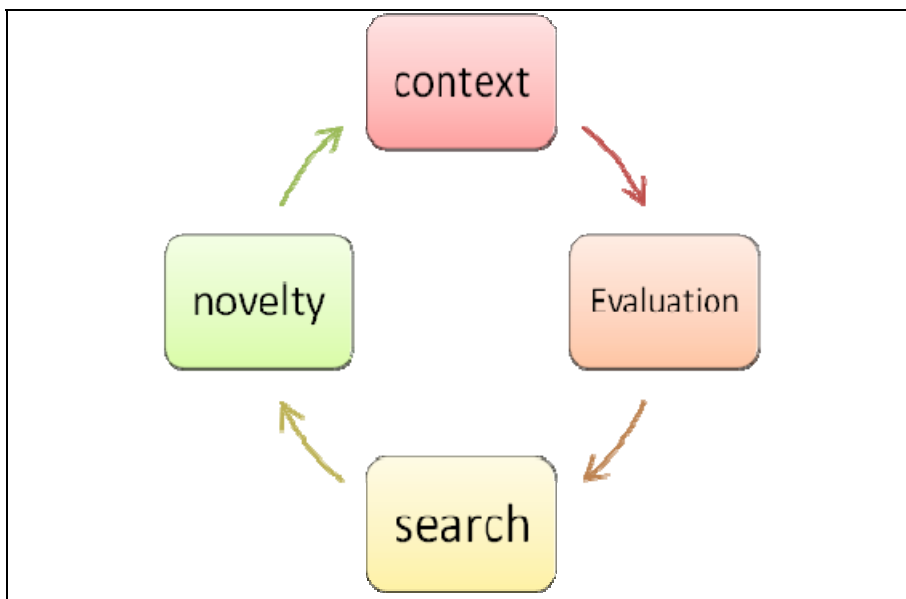
Negli ultimi anni, gli studi di innovazione hanno anche sviluppato nuovi quadri teorici incentrati sull'analisi dei processi di apprendimento. Questi ultimi da un lato utilizzano e selezionano i flussi di informazioni provenienti dai quadri conoscitivi esistenti e da un altro contribuiscono al loro miglioramento. In particolare, dato che i processi di apprendimento dei singoli individui sono influenzati dall'interazione sia con il contesto sociale che con quello fisico, questo filone di studi si è focalizzato sull'importanza rivestita dai diversi contesti nei confronti dei processi innovativi di apprendimento. E' stato anche osservato come al centro dei processi di apprendimento vi siano diverse tipologie di conoscenze in grado di influenzarne le dinamiche. Ad esempio la *conoscenza tacita* si basa sull'esperienza diretta ed il suo trasferimento richiede una costante presenza fisica ed un'interazione diretta. Diversamente la *conoscenza codificata*, traducendo determinati schemi mentali in simboli, si presta ad

un più facile trasferimento attraverso la comunicazione. Il motivo per cui le innovazioni tendono a concentrarsi geograficamente è imputabile al fatto che non tutta la conoscenza tacita presente in una specifica area può essere tradotta in simboli, cioè in conoscenza codificata. Allo stesso modo la distinzione tra *conoscenza sintetica*, creata per via sperimentale tramite la ricombinazione di conoscenze esistenti, e *conoscenza analitica*, basata su processi deduttivi e principi scientifici e formalizzata in modelli, aiuta a spiegare il diverso grado di propensione all'innovazione a livello settoriale (Asheim e Gertler, 2006).

In seguito all'evoluzione degli studi sui processi innovativi è sempre più ampio il consenso tra gli studiosi nel definire le innovazioni come un cambiamento nella configurazione di reti ibride. Secondo questa visione è dunque possibile riscontrare un'innovazione ogni qualvolta che all'interno di un network si verifica un cambiamento che, coinvolgendo una pluralità di elementi (persone, gli strumenti, le risorse naturali) che interagiscono tra loro, ne mette in discussione i modi, i principi ed i valori su cui esso si fonda provocandone una riorganizzazione ed una riconfigurazione. Ciò consente di capire le traiettorie seguite dai processi innovativi in diversi contesti temporali, geografici e settoriali. Inoltre, dal momento che una variazione all'interno dei metodi di produzione o delle istituzioni sociali comporta una trasformazione (o un miglioramento) delle conoscenze disponibili, questo approccio pone l'apprendimento al centro dei processi di innovazione. In particolare viene evidenziato una specifica tipologia di apprendimento, quello sociale (social learning) che è in grado di modificare gli schemi cognitivi alla base di un dato network.

Seguendo questo orientamento le innovazioni possono essere spiegate come il risultato di un processo circolare di apprendimento del tipo problem-solving (Figura 1.3). All'interno di un network i soggetti che ne fanno parte valutano un determinato contesto attraverso le informazioni in loro possesso. Nel caso in cui venga riscontrata una situazione in grado di generare un problema (od una opportunità), i soggetti, al fine di trovare una soluzione, intraprendono un processo di ricerca dal quale può scaturire una innovazione. Quest'ultima si manifesta attraverso un nuovo modo di fare o pensare e costituisce una rottura rispetto alle routine esistenti e consolidate. (Wiskerke e Ploeg, 2004).

Fig. 1.3 – L'innovazione come processo di apprendimento



Fonte: Brunori (2009)

Le innovazioni così prodotte si diffondono all'interno del network modificando le conoscenze e le informazioni disponibili, ovvero la struttura cognitiva dei soggetti. Di conseguenza le future valutazioni che i soggetti dovranno effettuare saranno influenzate dalle nuove conoscenze apprese tramite le innovazioni e così via. Questo processo circolare, stimolato dall'individuazione di un problema e dalla ricerca di una soluzione, conduce dunque alla produzione di innovazione ed all'acquisizione di nuove conoscenze (apprendimento). Il ripetersi di situazioni simili consente ai soggetti di consolidare i nuovi schemi cognitivi creando nuove routine. In alcuni casi però i processi di apprendimento vengono ostacolati da un eccessivo radicamento degli schemi comportamentali e delle routine dei soggetti, impedendo così alle innovazioni di diffondersi all'interno di un dato network.

1.4 - Il sistema socio-tecnico

L'evoluzione degli studi dei processi innovativi, sempre più indirizzati da una prospettiva interdisciplinare, ha dimostrato come la nascita e la diffusione di una innovazione siano influenzati dalla interdipendenza di una serie di elementi materiali e sociali. Già la definizione di regime tecnologico proposta da Rip e Kemp (1998)

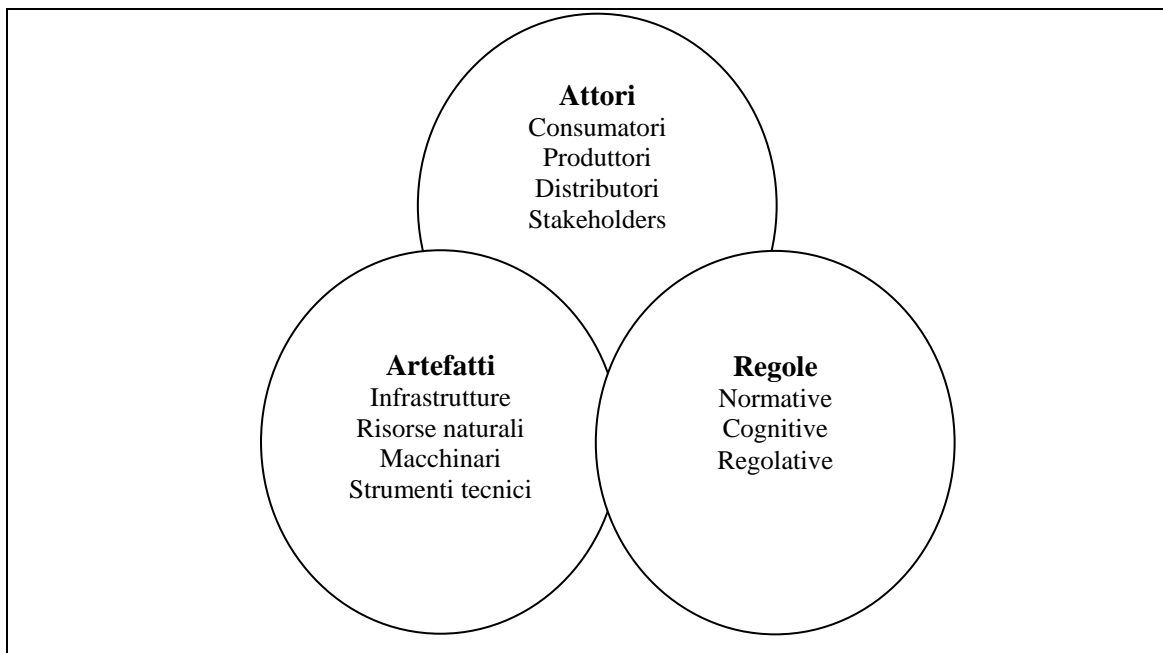
evidenzia la forte integrazione tra tecnologia e società. Lo sviluppo tecnologico, e quindi le innovazioni a cui esso conduce, è condizionato da uno specifico contesto sociale, normativo, istituzionale ed ambientale. Le (nuove) tecnologie assimilano al proprio interno le pressioni provenienti dal contesto generando un proprio bagaglio conoscitivo, il quale viene incorporato in una serie di elementi materiali, quali gli strumenti tecnici, le infrastrutture, gli artefatti. Semplificando il ragionamento, si può affermare ad esempio che la diffusione di un nuovo macchinario trasferisce altrove le conoscenze dei propri inventori e del contesto in cui questo è stato concepito. Allo stesso tempo, la sua introduzione in un nuovo contesto provoca un cambiamento dei relativi processi produttivi ed organizzativi, producendo così un nuovo mix di conoscenze.

Per questo motivo, seguendo l'idea che le innovazioni sono il risultato di un processo di apprendimento, una crescente attenzione è stata rivolta al ruolo degli elementi materiali all'interno dei processi innovativi. Tali elementi da un lato assimilano ed esprimono le conoscenze tecniche e sociali di un dato contesto e da un altro contribuiscono al loro trasferimento in contesti diversi generando nuova conoscenza e quindi innovazione.

Il tentativo di spiegare l'interdipendenza tra elementi materiali e sociali all'interno di un dato contesto, sia esso una rete o un sistema, e di capirne il relativo effetto sui processi innovativi ha portato alla definizione del concetto di *sistema socio-tecnologico* (Rip e Kemp, 1998; Geels, 2004). Il sistema socio-tecnico risulta quindi composto da una pluralità di *attori*, *regole* e *artefatti* (nel senso di "cose" o elementi materiali) che interagendo tra loro facilitano, ostacolano od impediscono i processi di creazione e diffusione dell'innovazione (Figura 1.4).

Gli **attori** sono rappresentati da tutti quei soggetti, singoli o collettivi, pubblici o privati, che, ciascuno con un proprio ruolo, sono coinvolti in un determinato processo innovativo. In particolare alcuni attori possono trarre un beneficio da una certa innovazione e per questo decidono di sostenerne attivamente la promozione e la diffusione. Altri attori invece si oppongono e contrastano uno specifico processo innovativo poiché ritengono di essere da questo penalizzati. Infine vi è una tipologia di attori che, pur mantenendosi su una posizione neutrale, risulta in alcuni casi avvantaggiata ed in altri indebolita da una certa innovazione.

Fig. 1.4 – Il sistema socio-tecnologico e le sue componenti



Fonte: elaborazioni proprie su Geels (2004)

Le **regole** disciplinano i rapporti che intercorrono tra i diversi attori influenzando il loro modo di percepire e valutare la realtà esterna. Esse si presentano sotto forme diverse e possono essere raggruppate in tre categorie principali: *regole cognitive*, *normative*, *tecniche*. Le regole cognitive costituiscono quell'insieme di conoscenze, convenzioni e valori socialmente accettati e condivisi in base a cui gli attori interpretano la realtà ed individuano i problemi. Le regole normative possono essere a loro volta suddivise tra regole morali e regole formali. Le prime aiutano determinati gruppi sociali, sia a livello individuale che collettivo, a definire cosa è giusto e cosa è sbagliato, cosa buono e cosa cattivo, condizionando così i comportamenti degli attori che vi appartengono. Le regole formali, ossia le leggi, stabiliscono ciò che è lecito e cosa no ed il loro rispetto viene imposto attraverso una attività di controllo e repressione, tuttavia la loro legittimazione all'interno di un sistema o di una rete dipende dalla coerenza con le regole morali presenti al suo interno. Le regole tecniche disciplinano l'utilizzo di determinate conoscenze all'interno di settori diversi (tecnologico, economico, sociale, etc.) orientandone i relativi processi produttivi ed organizzativi; esse costituiscono un

filtro attraverso il quale è possibile trasportare la dimensione sociale su quella tecnica e fisica.

Infine gli **artefatti**, che comprendono tutti gli elementi materiali presenti all'interno di un sistema o di un network, dalle infrastrutture alle risorse naturali e agli strumenti tecnologici, possono rappresentare sia una risorsa indispensabile che un ostacolo insuperabile per la nascita di una innovazione.

Il sistema socio-tecnico condiziona, attraverso l'azione delle proprie componenti, la nascita e la diffusione delle innovazioni. Queste ultime sono però in grado di alterare le relazioni esistenti tra attori, regole e artefatti generando instabilità all'interno dell'intero sistema socio-tecnico. La perdita della stabilità del sistema genera un processo di riconfigurazione che può condurre alla formazione di un nuovo sistema socio-tecnico, composto da nuovi attori, nuove regole e nuovi artefatti. Ad esempio la produzione di energia da fonti rinnovabili necessita di apposite infrastrutture e tecnologie, deve adeguarsi alle regole del settore energetico, ma soprattutto è influenzata dagli interessi e dalle aspettative di una serie di attori in contrasto tra loro (produttori di energia, progettisti, utilizzatori finali, associazioni ambientaliste, compagnie petrolifere, etc.). Un maggior ricorso alle fonti rinnovabili costringe però ad un ripensamento degli equilibri e delle relazioni presenti all'interno del sistema socio-tecnico esistente.

Il ruolo dei processi innovativi in relazione alla transizione da un sistema socio-tecnico ad un altro è stato analizzato in maniera approfondita dalla teoria della transizione (Geels, 2004). Secondo questo approccio le innovazioni possono essere interpretate come il cambiamento di sistemi socio-tecnici (nel senso di passaggio da uno ad un altro). Non tutte le innovazioni però sono in grado di condurre ad un nuovo sistema socio-tecnico, ma soltanto quelle *radicali* o di secondo grado di cui ci occuperemo nel prossimo paragrafo.

1.5 - Innovazioni radicali e modello multi-livello

Le innovazioni possono essere distinte tra *innovazioni di primo grado*, o *incrementali*, e *innovazioni di secondo grado*, dette anche *radicali*. Questa classificazione si basa in gran parte sul concetto di *paradigma* dell'innovazione, ovvero

quell'insieme di principi che disciplina e definisce i valori, le conoscenze ed i bisogni sui quali si fonda una specifica innovazione.

Le innovazioni incrementali si sviluppano seguendo un determinato paradigma, attraverso un processo progressivo di accumulazione e rielaborazione di conoscenze già acquisite nel tempo. In particolare i paradigmi, una volta consolidatisi (e quindi dominanti), indicano i campi di studio e gli obiettivi verso cui la ricerca e la sperimentazione devono indirizzarsi, favorendo così la diffusione delle innovazioni di primo grado. Al contrario le innovazioni di secondo grado implicano l'adozione di nuovi paradigmi, ciò significa che esse si sviluppano sulla base di nuove regole, conoscenze ed obiettivi alternativi a quelli dominanti.

I nuovi paradigmi per potersi affermare devono però affrontare le resistenze poste in atto da quelli già esistenti. Ogni paradigma viene infatti supportato, per motivi diversi (ideologici, economici, politici, etc.), da specifici gruppi di interesse in contrasto tra loro. Il consolidamento di un paradigma implica che in vari settori alcuni gruppi di interesse prevarichino su altri. Allo stesso modo anche i paradigmi emergenti sono sostenuti da gruppi di interesse, i quali però condividono una visione del mondo e degli ideali alternativi a quelli dominanti. Ciò spiega la contemporanea coesistenza, all'interno di uno stesso contesto, di paradigmi diversi, ciascuno dei quali supportato da un specifico gruppo di interesse. Così in campo energetico il paradigma emergente delle fonti di energia rinnovabile coesiste con quello ormai stabilizzato del petrolio, ma al contempo viene da questo ostacolato.

In ambito agricolo e rurale sono molte le testimonianze che inducono a sostenere come negli ultimi anni sia emerso un nuovo paradigma che ha gettato le basi per un diverso modello di agricoltura. E' questo il caso del modello di agricoltura multifunzionale, ispirato ai principi del paradigma dello sviluppo rurale sostenibile, che si contrappone a quello dell'agricoltura convenzionale basato sul paradigma della modernizzazione.

I due modelli differiscono per una diversa concezione della ruralità, si fondano su principi diversi e si pongono il raggiungimento di obiettivi spesso antitetici (tabella 1.1). Tuttavia i due modelli coesistono all'interno dell'agricoltura contemporanea ed il paradigma consolidato della modernizzazione continua ad esprimere forti resistenze nei confronti del nuovo paradigma dello sviluppo rurale sostenibile.

In relazione al concetto di sistema socio-tecnico, le innovazioni di primo grado si sviluppano all'interno di un determinato sistema socio-tecnico, mentre le innovazioni radicali portano alla costruzione di nuovi sistemi socio-tecnici sulla base di nuovi paradigmi. Da qui la definizione di innovazione (radicale) come passaggio da un sistema socio-tecnico ad un altro (approccio della transizione).

Tab. 1.1 – Modelli agricoli a confronto

Agricoltura convenzionale	Agricoltura multifunzionale
Economie di scala	Economie di scopo
Specializzazione	Diversificazione
Elevato ricorso ad input esterni	Riduzione degli input esterni
Produttività del lavoro	Valore aggiunto
Input chimici ed elevata meccanizzazione	Tecniche di lavorazione a basso impatto ambientale
Focus su agricoltura	Focus su ruralità

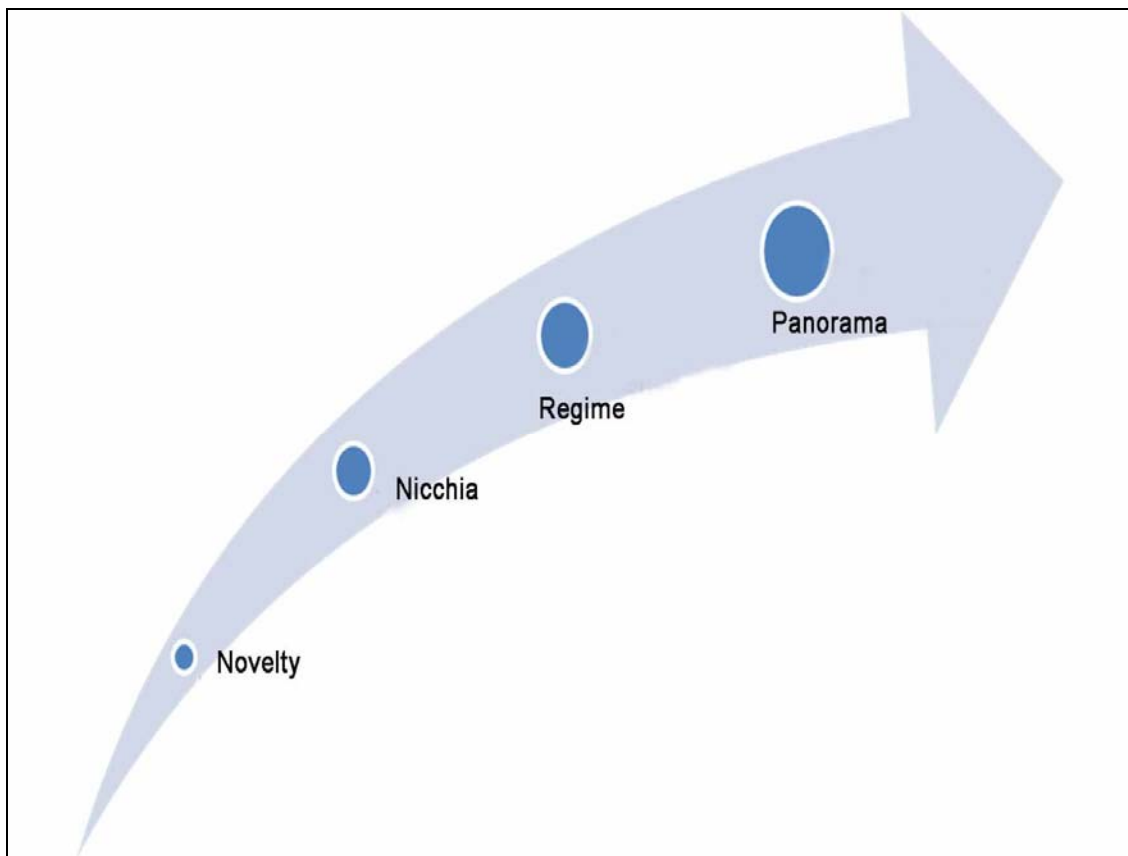
Fonte: elaborazioni proprie su Brunori et al.(2009)

Il concetto di sistema socio-tecnico non riesce però a spiegare come le innovazioni radicali riescano a diffondersi da livelli poco strutturati verso livelli molto strutturati. In altre parole le innovazioni radicali possono spostarsi da un contesto *micro* ad uno *macro* passando per uno *meso*. Inoltre ogni cambiamento che si manifesta ad un dato livello può avere effetti su quelli successivi o precedenti. Per poter studiare in pieno i processi innovativi è necessario riuscire a capire il percorso evolutivo delle innovazioni di secondo grado.

Tale dinamica può essere spiegata ricorrendo ad un modello multi-livello in grado di individuare il legame tra la dimensione micro delle innovazioni e le condizioni a livello macro per il cambiamento, evidenziando la multidimensionalità dei motori e degli ostacoli all'innovazione. Il modello multi-livello si compone di quattro livelli organizzativi, caratterizzati da una struttura sempre più complessa, attraverso i quali possono evolversi le innovazioni radicali: *novità*, *nicchia*, *regime*, *panorama socio-tecnico* (Figura 1.5).

Il primo livello, quello in cui le innovazioni prendono forma, è rappresentato dalle *novità* che possono essere definite come dei cambiamenti localizzati (o rotture) delle normali routine presenti all'interno di un network. Esse devono affrontare le pressioni provenienti dal sistema socio-tecnico per poter emergere e raggiungere un grado di strutturazione più elevato.

Fig. 1.5 – La dinamica delle innovazioni radicali: il modello multi-livello



Fonte: elaborazioni proprie su Geels (2004)

Il livello successivo, nel percorso evolutivo delle innovazioni radicali, è costituito dalla *nicchia*. Questo stadio può essere raggiunto soltanto nel caso in cui siano state superate le resistenze precedenti. La nicchia può essere definita come uno spazio protetto all'interno del quale i nuovi paradigmi, su cui si basano le innovazioni radicali, emergono con maggiore facilità grazie ad un'azione più blanda delle regole dominanti. L'assetto della nicchia non è stabile, ma si evolve sotto le spinte propulsive dei nuovi paradigmi sfidando il sistema socio-tecnico dominante. Lo sviluppo ed il consolidamento della nicchia possono modificare il network all'interno del quale essa è inserita e fare pressioni sul sistema socio-tecnico dominante, fino a quando quest'ultimo non si sarà trasformato acquisendo i nuovi paradigmi.

A questo punto l'innovazione è giunta al livello di *regime*, ricopre una posizione dominante all'interno del sistema socio-tecnico e la sua diffusione è in continuo aumento. Parallelamente anche i paradigmi emergenti sono diventati dominanti e

concorrono al consolidamento del regime stesso, che diventa espressione del relativo sistema socio-tecnico dominante. Quando l'innovazione è giunta allo stadio di regime ha raggiunto gran parte della sua maturità ed è in grado di opporre una forte resistenza alle spinte verso il cambiamento provenienti da settori diversi. A tal proposito è possibile individuare all'interno dei regimi una serie di sub-regimi che aiutano a spiegare la resistenza al cambiamento in altrettanti settori (Geels, 2004):

- regimi del consumo;
- regimi socio-culturali;
- regimi politici;
- regimi scientifici;
- regimi tecnologici.

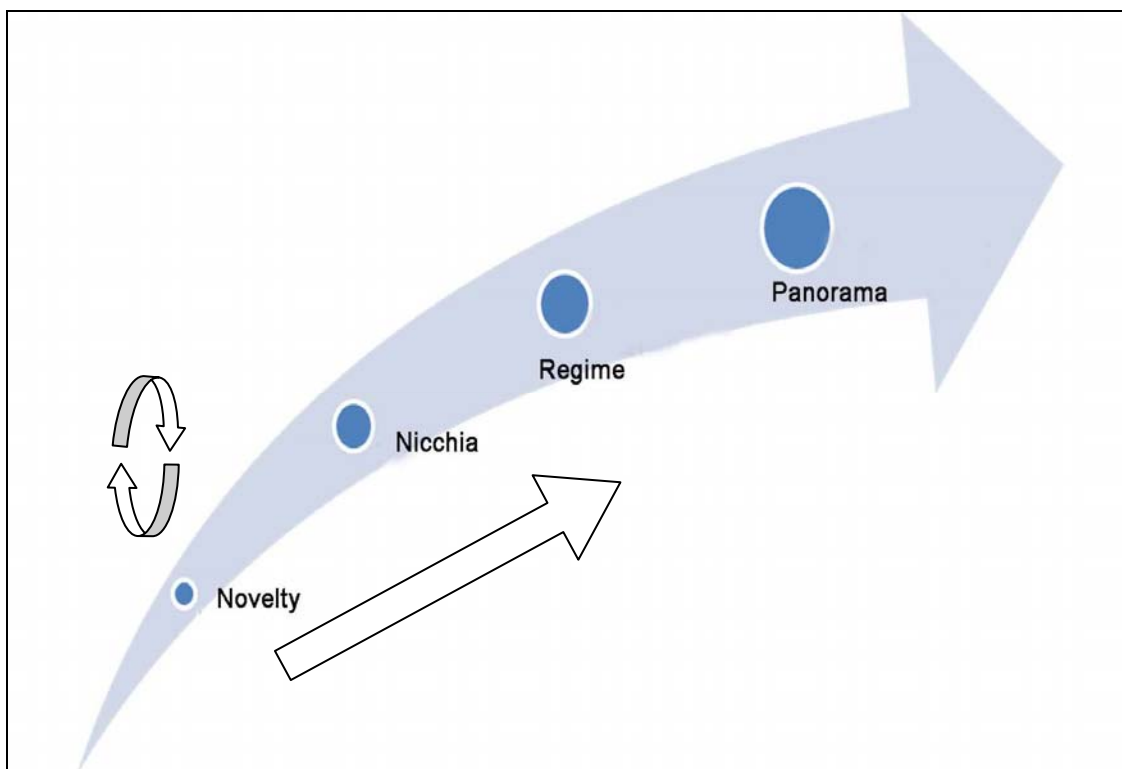
La completa maturazione di una innovazione avviene però quando essa è in grado di raggiungere e modificare il *panorama socio-tecnico*, ovvero quell'insieme di fenomeni che si trovano al di fuori del sistema socio-tecnico ma che esercitano una notevole pressione su di esso (riscaldamento globale, inquinamento atmosferico, esaurimento delle fonti di energia tradizionali, divario tra Nord e Sud del mondo, distribuzione della ricchezza a livello mondiale, etc.). Ad esempio la completa sostituzione delle automobili alimentate con carburanti di origine fossili (gasolio, benzina, metano) con automobili elettriche provocherebbe il totale abbattimento delle emissioni inquinanti dovute al traffico veicolare su gomma. Questo porterebbe ad una diminuzione dell'inquinamento atmosferico con ripercussioni positive sul problema del riscaldamento globale, modificando in questo modo il panorama socio-tecnico.

Non tutte le innovazioni sono però in grado di completare il percorso dinamico appena descritto a causa degli ostacoli che devono affrontare. In particolare sono poche quelle che riescono a modificare il panorama socio-tecnico, mentre è molto più probabile il contrario, ovvero che i cambiamenti all'interno del panorama socio-tecnico forniscano lo spunto per la nascita di innovazioni radicali. Ad esempio il fenomeno del riscaldamento globale agisce da stimolo alla diffusione di sistemi energetici basati su fonti di energie rinnovabili, mentre l'esaurimento delle risorse petrolifere ne provocherebbe la proliferazione.

Inoltre le innovazioni che si trovano allo stato di novelty o di nicchia possono anche raggiungere un notevole grado di diffusione senza però riuscire a salire nella scala

gerarchica. In questo caso si può parlare di *dinamicità orizzontale* dell'innovazione, ciò significa che una specifica esperienza innovativa viene replicata più e più volte ed in contesti diversi, ma dal punto di vista dinamico, pur ampliandosi ed assumendo credito e consapevolezza, rimane comunque al livello da cui è partita (Figura 1.6).

Fig. 1.6 – La dinamica verticale ed orizzontale dell'innovazione



Fonte: elaborazioni proprie su Geels (2004)

Tale fenomeno può essere spiegato osservando alla *forza* e all'intensità del paradigma a cui l'innovazione fa riferimento. Se il paradigma si discosta troppo da quello dominante troverà una forte opposizione, per via degli interessi che va ad intaccare, mentre sarà appoggiato e condiviso da una piccola parte della società, sia a livello globale che locale, rimanendo quello che viene comunemente definito come *fenomeno di nicchia*. In questi casi l'innovazione raggiunge un buon grado di diffusione in senso orizzontale, senza però crescere di livello e costituire una minaccia per il paradigma dominante. Un cambiamento a questa situazione può essere determinato da un riavvicinamento delle posizioni dei due paradigmi. Ipotesi che si può verificare in seguito ad un indebolimento del paradigma dominante o ad una posizione più

conciliante di quello alternativo. Per fare un esempio si pensi ai prodotti biologici, la cui diffusione sul mercato è aumentata solo dopo che i “pionieri” hanno assunto posizioni più blande nei confronti della grande distribuzione e dell’industria alimentare.

Il modello appena descritto sarà utilizzato nel presente lavoro per interpretare la tematica della bio-energia. In particolare attraverso l’analisi di un caso-studio cercheremo di dimostrare come alcune applicazioni bio-energetiche costituiscano delle innovazioni di secondo grado capaci di contribuire al consolidamento del paradigma dello sviluppo rurale sostenibile. Prima di passare all’analisi del caso studio è opportuno però introdurre e delineare il tema delle bio-energie.

CAPITOLO 2 LO SCENARIO ENERGETICO GLOBALE

2.1 – Premessa

Lo scenario energetico globale è dominato dalle fonti di energia non rinnovabili⁶. I sistemi economici e sociali dei paesi industrializzati si sono sviluppati in modo centralizzato intorno alle energie convenzionali (petrolio, gas, carbone e nucleare). La maggioranza della produzione di energia elettrica viene effettuata in grandi impianti di potenza, mentre il settore dei trasporti, specialmente quello su gomma, ed il riscaldamento domestico si basano sull'utilizzo dei combustibili derivati dal petrolio o comunque di origine fossile. Il consolidamento su scala globale di questo modello energetico, che sempre più si è esteso anche ai paesi in via di sviluppo (PVS), oltre ad aver portato ad una situazione che non è errato definire di *dipendenza* dal petrolio e dalle altre fonti di energia convenzionale, è responsabile di una serie di problematiche di ordine economico, sociale ed ambientale.

Questa situazione di dipendenza è aggravata dal fatto che le riserve di idrocarburi, *in primis* quelle di petrolio, oltre ad essere destinate ad esaurirsi in un arco temporale più o meno lungo⁷, sono concentrate in poche aree geografiche spesso sotto il controllo di paesi politicamente instabili. Come dimostrato in maniera evidente dalle crisi petrolifere degli anni '70 del secolo scorso e dalla continua volatilità dei prezzi del petrolio e gas, tale dipendenza si ripercuote sulla sicurezza degli approvvigionanti energetici con gravi conseguenze economiche e sociali. E' noto infatti come la disponibilità di un sicuro e regolare approvvigionamento energetico agevoli e contribuisca allo sviluppo socio-economico di un paese.

Inoltre negli ultimi anni la domanda globale di energia, e con essa quella di combustibili fossili, è aumentata in maniera considerevole in seguito al crescente fabbisogno energetico delle due principali economie emergenti: Cina ed India. Allo

⁶ Sono da considerarsi energie rinnovabili quelle forme di energia generate da fonti che per loro caratteristica intrinseca si rigenerano o non sono "esauribili" nella scala dei tempi "umani" e, per estensione, il cui utilizzo non pregiudica le risorse naturali per le generazioni future. (http://it.wikipedia.org/wiki/Energia_rinnovabile).

⁷ Sulle previsioni relative alla durata delle riserve delle fonti non rinnovabili vedi il paragrafo successivo.

stesso modo all'interno dell'Unione Europea vi è stata una crescita della domanda di energia e così pure la dipendenza dalle importazioni di petrolio e gas ha subito un notevole incremento. Diversamente l'offerta di combustibili fossili è rimasta pressoché invariata contribuendo ad un significativo rialzo del prezzo di petrolio e gas naturale, complice una forte componente speculativa sui mercati finanziari internazionali⁸.

Dal punto di vista ambientale i combustibili di origine fossile sono considerati i principali responsabili del fenomeno del riscaldamento globale. La comunità scientifica internazionale è sempre più concorde nel riconoscere che l'atmosfera terrestre si sta riscaldando a causa delle emissioni di gas clima alteranti prodotte dalle attività antropiche, in particolare dal settore energetico ed industriale, ma anche da trasporti, edilizia e agricoltura. Proprio l'impiego dei combustibili fossili contribuisce a rendere eccessiva la presenza dei gas a effetto serra (*tra cui anidride carbonica (CO₂), ossido d'azoto (N₂O) e metano (CH₄)*) che, oltrepassando la naturale capacità di assorbimento da parte del suolo, degli oceani e degli ecosistemi terrestri e marini, rimangono nell'atmosfera impedendo al calore solare di allontanarsi. L'intensificarsi di eventi climatici estremi, l'avanzamento dei processi di desertificazione, l'alterazione del ciclo delle piogge e l'innalzamento del livello dei mari sono solo alcune delle conseguenze del cambiamento climatico causato dal riscaldamento globale del pianeta. Per ridurre le emissioni di gas clima alteranti, in linea con gli obiettivi stabiliti dal protocollo di Kyoto, si rende necessario un cambiamento radicale in relazione al modo di produrre energia e di utilizzare i combustibili fossili, responsabili anche di gran parte dell'inquinamento atmosferico, specialmente nelle grandi aree urbane.

Un'opportunità per affrontare il complesso scenario sopra descritto è costituita dal passaggio ad un nuovo sistema energetico in grado di garantire una maggiore sicurezza energetica attraverso una diversificazione delle fonti, senza tralasciare l'aspetto della sostenibilità e compatibilità ambientale. In tale ottica un contributo significativo può provenire da un maggior ricorso alle fonti di energia rinnovabile (in seguito FER). Le FER risultano generalmente caratterizzate da un basso impatto ambientale, non sono interessate da problemi di esaurimento come i combustibili fossili, in quanto l'utilizzo presente non ne pregiudica la disponibilità futura, e la loro natura prevalentemente decentralizzata sul territorio offre maggiori garanzie in termini di sicurezza degli

⁸ Sulle cause dell'aumento delle quotazioni del petrolio nel periodo 2007-2008 si veda Vaciago (2007).

approvvigionamenti energetici. Una maggiore diffusione delle FER, pur rispondendo solo parzialmente ai fabbisogni globali di energia, può quindi contribuire alla costruzione di una politica energetica più sostenibile e meno dipendente dal petrolio e dalle relative importazioni, favorendo la riduzione delle emissioni di gas clima alteranti. Inoltre, grazie al basso impatto ambientale, le FER costituiscono un elemento chiave per uno sviluppo sostenibile. Tuttavia, la mancata inclusione sistematica dei costi esterni nei prezzi di mercato conferisce ancora un vantaggio ingiustificato sotto il profilo economico ai combustibili fossili rispetto alle energie rinnovabili, nonostante i continui progressi tecnici.

Sono questi i principali motivi per cui negli ultimi anni l'interesse nei confronti delle FER è aumentato in maniera considerevole, sia da parte dell'opinione pubblica che da parte del mondo politico, istituzionale ed imprenditoriale. In particolare, a livello comunitario, le prime iniziative tese a sviluppare il settore delle energie rinnovabili sono state intraprese a partire dagli anni '90, fino ad arrivare all'approvazione da parte del Parlamento Europeo, nel dicembre 2008, del cosiddetto *Pacchetto clima-energia*.

All'interno del vasto panorama delle energie rinnovabili, quali eolica, geotermica, idroelettrica e fotovoltaica un ruolo molto importante è ricoperto dalla *bioenergia*, ovvero l'energia prodotta a partire dalla biomassa⁹, la quale contribuisce per più del 50% al totale dell'energia prodotta da fonti rinnovabili all'interno dell'UE. I combustibili ottenuti dalla biomassa tramite apposite tecniche di lavorazione o di conversione vengono definiti *bio-combustibili*; essi sono classificabili a seconda della loro forma in solidi, liquidi e gassosi. La *bio-energia*, trova applicazione, mediante l'impiego dei bio-combustibili, sia nella produzione di calore e/o energia elettrica che nel settore dei trasporti.

La valorizzazione energetica delle biomasse è anche in grado di offrire al settore agricolo e forestale nuove opportunità di diversificazione delle attività tradizionali e delle relative fonti di reddito, nell'ottica di una sempre maggiore multifunzionalità dell'azienda agricola. Gli operatori agricoli sono infatti i principali produttori di biomassa energetica, sia sotto forma di scarti e residui derivanti dalle attività aziendali,

⁹ La biomassa può essere definita come la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani.

sia attraverso le coltivazioni appositamente dedicate a scopi energetici, siano esse erbacee (energy crops) o arboree (short rotation forestry – SRF), annuali o poliennali.

Tuttavia, all'interno del dibattito economico-agricolo, la tematica delle bioenergie pone degli interrogativi in relazione alla sostenibilità etica, economica e ambientale delle stesse. Dal punto di vista etico le maggiori critiche riguardano le politiche di incentivazione e promozione dei biocarburanti da cui deriva il noto conflitto tra food e no food. Molti studiosi e buona parte dell'opinione pubblica si domandano quanto sia giusto ed opportuno destinare parte del suolo agricolo ed utilizzare determinate coltivazioni per fini energetici anziché alimentari, specialmente alla luce della sottonutrizione di gran parte della popolazione mondiale. Diversamente la valorizzazione energetica degli scarti delle attività agricole non pone questo tipo di problema.

Dal punto di vista economico è possibile riscontrare tre tipologie di critiche nei confronti delle bioenergie. La prima riguarda le conseguenze sui prezzi dei prodotti agricoli di base, determinate dall'utilizzo per fini energetici di produzioni altrimenti destinabili all'alimentazione, e le relative conseguenze sui paesi importatori netti. La seconda fa riferimento alla quota di spesa pubblica destinata a sostenere ed agevolare le coltivazioni energetiche ed i biocarburanti, in molti casi necessaria per renderli competitivi sul mercato. Allo stesso modo è stato più volte evidenziato il costo eccessivo di determinate applicazioni bio-energetiche rispetto a quelle tradizionali, a parità di energia prodotta, in parte dovuto al prezzo della materia prima e all'incidenza dei relativi costi di trasporto.

Le bioenergie non sono esenti da critiche neanche dal punto di vista ambientale, in questo caso è però necessario ricordare che l'impatto ambientale varia a seconda della materia prima utilizzata, delle tecniche di coltivazione e della tecnologia di conversione. I giudizi negativi riguardano in particolare l'eventuale ricorso alla deforestazione per ottenere nuove terre e la relativa perdita di biodiversità, nonché i fenomeni di inquinamento idrico e depauperamento del suolo derivante dall'utilizzo di metodi di produzione intensivi. Per quanto riguarda invece la biomassa forestale, il prelievo annuo non deve essere superiore alla capacità di rinnovamento biologico per non comprometterne il carattere rinnovabile.

Nei successivi paragrafi approfondiremo il quadro sin qui delineato.

2.2 – Il quadro energetico globale

L'attuale modello energetico, basato in prevalenza sull'utilizzo dei combustibili fossili, si trova sempre più costretto ad affrontare una serie di problematiche di natura economica ed ambientale. Da un lato, al progressivo esaurimento delle fonti convenzionali di energia si contrappone il continuo aumento dei consumi energetici a livello mondiale. Parallelamente appaiono sempre più evidenti gli effetti negativi che il settore energetico determina sull'ambiente, in particolare in relazione alla produzione di emissioni di gas ad effetto serra che alimentano il fenomeno del riscaldamento globale.

Tab. 2.1. Produzione mondiale di energia primaria per fonte – 2006 (Milioni di Tep)

	Energia prodotta	%
Carbone	3.072	26,1
Gas Naturale	2.439	20,7
Petrolio	4.030	34,2
Energia Nucleare	728	6,2
Rinnovabili*	1.512	12,8
Totale	11.781	100

*Comprende: energia idroelettrica, geotermica, eolica, solare, biomasse, biogas e rifiuti industriali e municipali

Fonte: nostra elaborazione su dati IEA

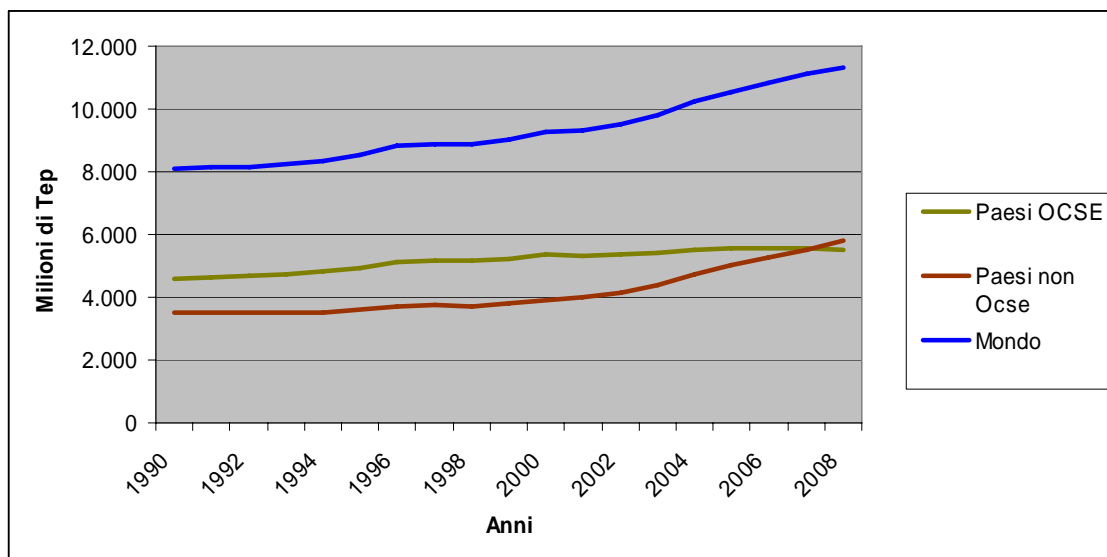
I dati relativi alla produzione mondiale di energia primaria¹⁰ evidenziano il ruolo predominante ricoperto dalle fonti convenzionali (tabella 2.1). Nel 2006 l'energia prodotta sull'intero pianeta ha superato gli 11 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio¹¹ (Tep), di questa circa l'80% è stata ottenuta da petrolio (34%), carbone (26%) e gas naturale (21%). Un ruolo marginale è invece ricoperto dall'energia nucleare (6%) e dalle fonti rinnovabili, che nel loro complesso (energia idroelettrica, geotermica, eolica, solare, biomasse, biogas e rifiuti industriali e municipali) hanno contribuito per circa il 13%.

¹⁰ Una fonte di energia viene definita primaria quando è presente in natura e quindi non deriva dalla trasformazione di nessuna altra forma di energia. Rientrano in questa classificazione sia fonti rinnovabili che non rinnovabili, purché direttamente utilizzabili senza dover ricorrere a trasformazioni. Diversamente le fonti di energia secondaria possono essere impiegate solo in seguito ad una trasformazione di energia.

¹¹ La Tep è l'unità di misura convenzionale che consente di esprimere in una unità di misura comune le varie fonti energetiche, tenendo conto del loro diverso potere calorifico.

Dal lato della domanda i consumi mondiali di energia primaria degli ultimi anni sono cresciuti a ritmi piuttosto elevati e si prevede che continueranno a farlo anche nel prossimo futuro, nonostante le ripercussioni dell'attuale crisi economico-finanziaria.

Fig. 2.1. Consumo finale di energia primaria per gruppi di paesi – (Anni 1990-2008)



Fonte: nostra elaborazione su dati BP (British Petroleum) statistical review of World Energy. June 2009

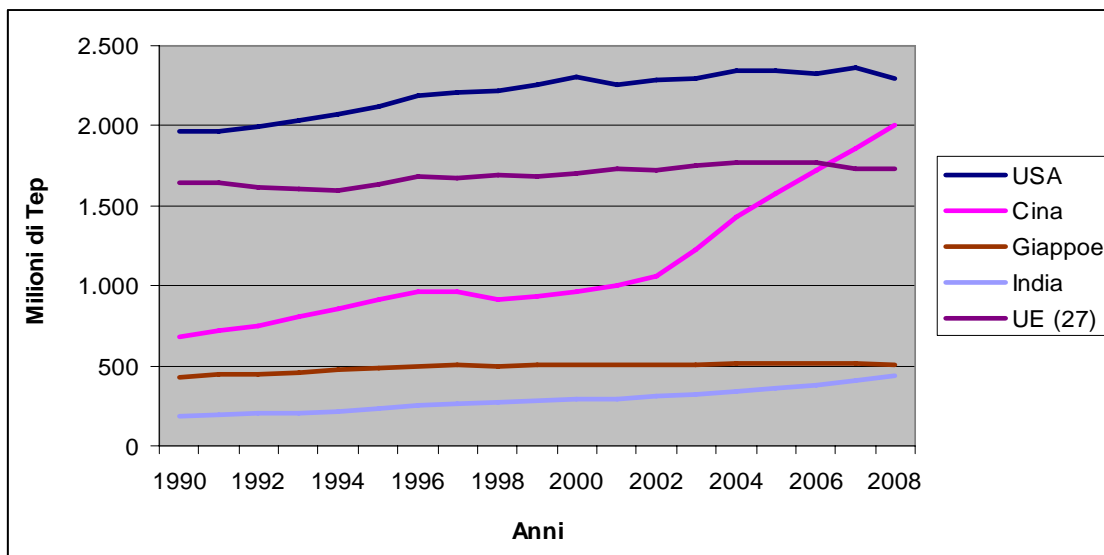
Questo trend positivo dei consumi non è stato però omogeneo, ma presenta dinamiche differenti a seconda dei diversi paesi o gruppi di paesi. Nel periodo 1990-2008, la domanda di energia primaria dei paesi OCSE¹² è stata caratterizzata da un ritmo di crescita inferiore rispetto a quello dei paesi non aderenti all'OCSE (Figura 2.1).

In termini assoluti, il consumo di energia primaria da parte dei paesi non OCSE ha superato quello dei paesi OCSE nel 2007. Questa situazione è stata in gran parte determinata dall'aumento dei consumi di energia, sia in termini di quantità che come tasso di crescita annuo, da parte dei due Paesi a più rapida crescita economica degli ultimi anni: Cina ed India. La sola Cina nel 2007 ha quasi raddoppiato i consumi di energia rispetto al 2000, superando quelli dell'UE (a 27 paesi) ed avvicinandosi sempre più ai livelli degli Stati Uniti (Figura 2.2). L'India, invece, pur rappresentando soltanto il 3,6% della domanda mondiale di energia, ha visto aumentare i propri consumi di circa il 37% tra il 2000 e il 2007. Diversamente nelle aree maggiormente industrializzate,

¹² Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico.

come Usa, UE e Giappone l'aumento della domanda di energia primaria, pur mentendosi su livelli molto elevati in quantità, è stato più contenuto.

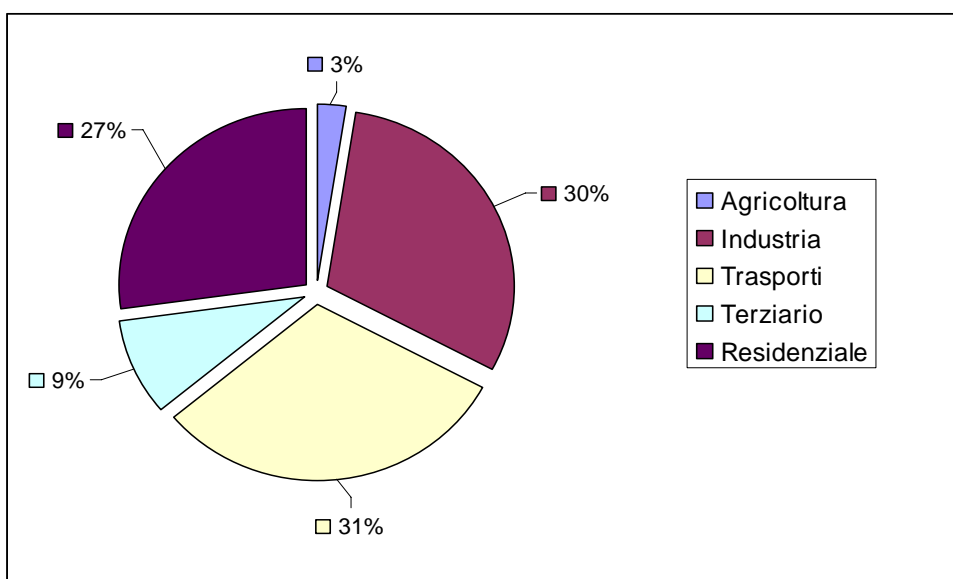
Fig. 2.2. Consumo finale di energia primaria per principali Paesi – (Anni 1990-2008)



Fonte: nostra elaborazione su dati BP (British Petroleum) statistical review of World Energy. June 2009

Per quanto riguarda il peso dei diversi settori economici in relazione al consumo mondiale di energia, i dati relativi al 2006 indicano che poco meno del 90% dei consumi è assorbito da tre settori: residenziale, industriale e trasporti.

Fig. 2.3. Consumo mondiale di energia per settore – (Anno 2006)

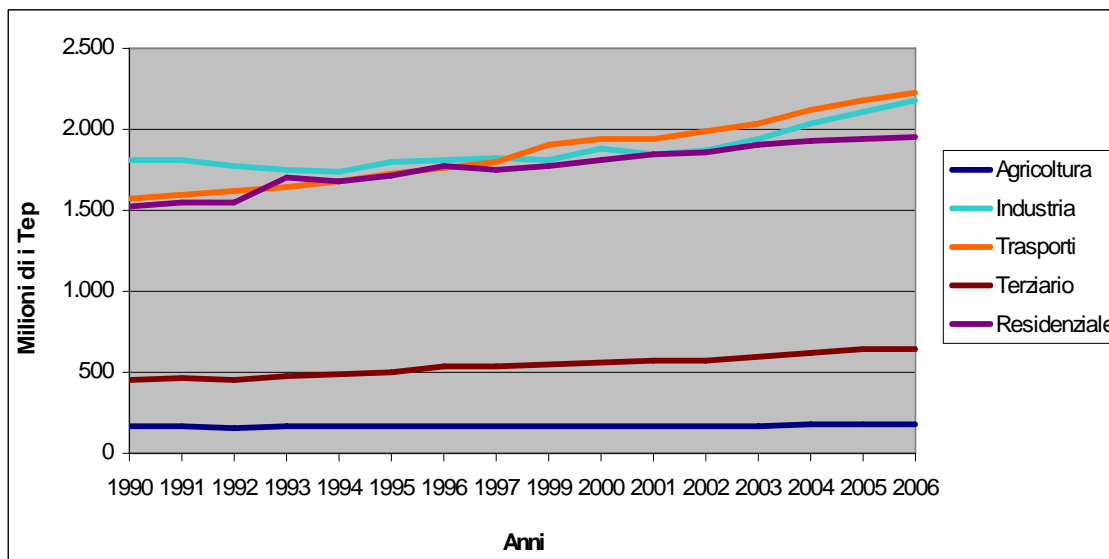


Fonte: nostra elaborazione su dati IEA

L'agricoltura ed il settore terziario coprono invece poco più del 10% del totale dei consumi (Figura 2.3).

L'andamento dei consumi mondiali di energia ripartiti per settore economico risulta, nel periodo 1990-2006, invece crescente per tutti i comparti ad eccezione di quello agricolo, i cui consumi sono rimasti pressoché invariati (Figura 2.4).

Fig. 2.4. Andamento del consumo mondiale di energia per settore – (Anni 1990-2006)



Fonte: nostra elaborazione su dati IEA

E' interessante sottolineare come, in questo stesso periodo, il peso del settore dei trasporti in termini di consumo di energia abbia superato quello dell'industria. Ciò si traduce però in un aumento della dipendenza dal petrolio del settore energetico, dal momento che il settore dei trasporti risulta pressoché totalmente dipendente dal petrolio e dai suoi derivati¹³. L'andamento crescente che sta caratterizzando il consumo di petrolio, che secondo le previsioni dell'International Energy Agency (IEA) è destinato a crescere del 40% nel 2030¹⁴, potrà subire un'inversione soltanto attraverso cambiamenti sostanziali degli attuali modelli di consumo.

Il quadro sopra delineato dimostra come l'attuale sistema energetico, sia dal punto di vista dell'offerta che da quello della domanda, risulti strettamente vincolato alla disponibilità di materie prime di origine fossile. Le quali però, come già affermato in

¹³ Secondo le stime della Commissione Europea riportate nel Libro bianco "La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte" il settore dei trasporti europeo dipende al 98% dal petrolio e, di conseguenza, risulta esposto alle continue oscillazioni del prezzo del greggio [COM (2001) 370 def]

¹⁴ Si veda il "World Energy Outlook 2006" dell'IEA

precedenza, sono per loro natura una risorsa non rinnovabile destinata ad esaurirsi. Per questo motivo negli ultimi anni numerosi studi hanno cercato di determinare l'arco temporale entro il quale le riserve mondiali di combustibili fossili non saranno più in grado di soddisfare la domanda energetica. Questa operazione è piuttosto complessa, poiché da un lato implica la conoscenza del livello dei consumi, che come è noto possono variare nel tempo in funzione della domanda, e da un altro la stima della reale disponibilità delle fonti convenzionali di energia. La valutazione di quest'ultima dipende da una serie di fattori che devono essere tenuti presenti: fattori fisici (consistenza dei giacimenti), fattori tecnologici (tecniche estrattive disponibili) e fattori economico-politici (accordi internazionali per le reti e gli approvvigionamenti).

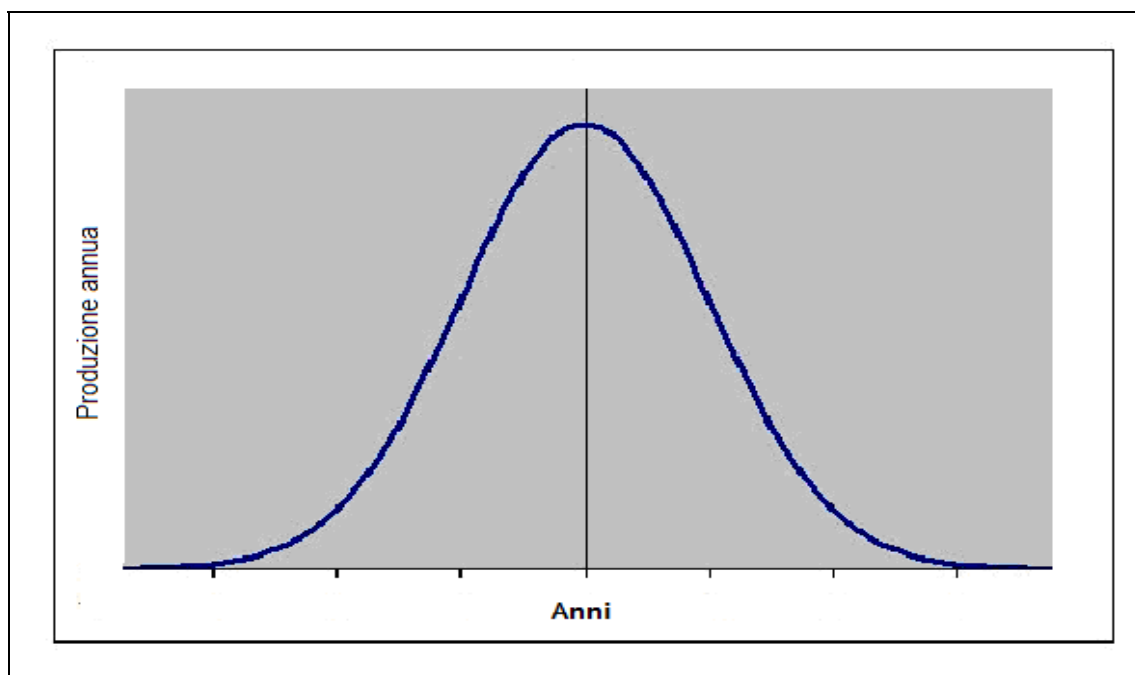
Tutte queste variabili possono accelerare o ritardare il processo di esaurimento delle riserve convenzionali di energia; in particolare le loro diverse combinazioni portano alla definizione di diversi scenari più o meno ottimistici. Ad esempio la scoperta di nuove riserve di petrolio, l'impiego di utilizzo di tecnologie estrattive innovative, la costruzione di nuovi oleodotti, un miglioramento dell'efficienza dei consumi, costituiscono tutti fattori in grado di rallentare il processo di esaurimento del petrolio.

Tra i primi studiosi ad essersi posti il problema dell'esaurimento delle risorse fossili un ruolo di primo piano è stato ricoperto dal geofisico statunitense Marion Hubbert. Alla fine degli anni '50 del secolo scorso Hubbert, ai tempi ricercatore presso la compagnia petrolifera Shell Oil, effettuò alcuni studi sull'evoluzione temporale della produzione di una qualsiasi fonte fossile esauribile o fisicamente limitata. Attraverso la predisposizione di appositi modelli empirici e matematici, Hubbert elaborò una teoria in base alla quale la produzione di un giacimento di fonti fossili segue un andamento ben preciso nel tempo rappresentato da una curva a campana, denominata *curva di Hubbert* (Figura 2.5)¹⁵. La produzione di un giacimento, data l'iniziale abbondanza di risorse, cresce rapidamente (ed a costi contenuti) fino al raggiungimento di un punto di massima produzione (detto *picco di Hubbert*). Oltre tale punto, che approssimativamente si verifica quando metà della risorsa estraibile è stata estratta, la produzione può soltanto diminuire gradualmente richiedendo tecnologie sempre più costose per lo sfruttamento delle risorse rimanenti.

¹⁵ Hubbert basò inizialmente la sua teoria sull'osservazione dei dati storici della produzione di carbone in Pennsylvania, aggiungendo in seguito una trattazione matematica generalizzata ed estendendone i risultati alle altre fonti fossili.

La forma “a campana” della curva di Hubbert deriva principalmente dal fatto che i costi di estrazione aumentano gradualmente con il progressivo esaurimento del giacimento. L'estrazione delle risorse superficiali, le prime ad essere estratte, risulta molto conveniente dal punto di vista economico poiché presenta bassi costi ed alti profitti; ciò determina una rapida crescita della produzione. Col tempo però i costi di estrazione aumentano ed i profitti diminuiscono insieme alla produzione, che dopo essere passata da un massimo (il *picco*) rallenta fino ad arrestarsi, poiché non più conveniente. L'esaurimento del giacimento quindi non sarà mai improvviso, può anche accadere che per la scarsa redditività l'attività estrattiva venga terminata prima che la risorsa sia fisicamente esaurita.

Fig. 2.5. Rappresentazione della curva di Hubbert



Fonte: nostra elaborazione

Sulla base dei modelli elaborati Hubbert individuò gli anni '70 come il periodo in cui negli USA la produzione di petrolio avrebbe raggiunto il suo picco massimo. Il manifestarsi in quel periodo di due crisi petrolifere (1973 e 1979), con gravi ripercussioni sui prezzi energetici, diedero grande risalto alle teorie di Hubbert, inizialmente accolte con scetticismo dagli ambienti scientifici ed economici, evidenziando il problema dell'esaurimento delle risorse fossili. La scoperta però, negli

anni '80, di nuovi ed abbondanti giacimenti petroliferi, che permisero di uscire dalla crisi, sembrò scongiurare il pericolo di un'imminente fine del petrolio a buon mercato facendo venir meno il relativo dibattito.

Tuttavia l'interesse per i modelli di Hubbert, che ebbero comunque il merito di evidenziare i limiti strutturali di un sistema energetico basato su fonti non rinnovabili, non venne meno in ambito scientifico, specialmente tra i cultori delle discipline geologiche. A partire dagli anni '90 infatti gli studi di Hubbert sono stati ripresi ed estesi al contemporaneo contesto petrolifero ed energetico mondiale riaccendendo il dibattito in merito al problema dell'esaurimento delle fonti fossili (Campbell e Laherre, 1998; Bardi, 2003; IEA 2004). I vari studi effettuati, pur tenendo conto del tasso di scoperta di nuovi giacimenti e delle innovazioni tecnologiche per l'estrazione dal suolo, non sempre concordano sulla durata residua delle riserve di fonti fossili¹⁶. I principali risultati stimano comunque che le riserve di petrolio si esauriranno nell'arco di 30, 40 o 50 anni, a seconda delle diverse ipotesi alla base dei rispettivi scenari di riferimento; il gas naturale e l'uranio (materia prima per la produzione di energia nucleare) dovrebbero invece, rispettivamente, andare incontro ad esaurimento nel giro di 80 e 70 anni; mentre per quanto riguarda le riserve di carbone è prevista una durata residua di circa 200 anni.

Al di là dell'esattezza o meno di queste stime, permangono i problemi ed i rischi legati ad un sistema energetico fortemente dipendente dall'utilizzo di combustibili fossili. In un futuro non molto lontano, infatti, di fronte ad una crescente domanda di energia, il progressivo esaurimento fisico delle risorse non rinnovabili ed il conseguente aumento dei costi di produzione ed estrazione potrebbero provocare gravi ricadute in termini di sicurezza energetica, con inevitabili ripercussioni sull'andamento dei sistemi economici. Il discorso non vale soltanto per il petrolio, ma anche per gli altri combustibili fossili, attualmente più abbondanti, poiché il ricorso ad un loro maggiore sfruttamento non servirebbe a risolvere il problema, quanto piuttosto ad allontanarlo nel tempo.

Le crisi energetiche del secolo scorso hanno ampiamente dimostrato quanto sia importante, per un paese, avere un approvvigionamento energetico sicuro, definibile come la disponibilità fisica di un'offerta di energia sufficiente a soddisfare la domanda

¹⁶ Le stime più ottimistiche considerano anche l'utilizzo di petrolio non convenzionale quale greggio da acque profonde, gas liquefatti e sabbie bitumose.

ad un dato prezzo (Zezza, 2008). Di fronte ad una riduzione della disponibilità fisica di energia per un prolungato periodo di tempo, con le conseguenti ripercussioni sull'offerta, o ad un improvviso incremento del prezzo, la sicurezza energetica può non essere garantita creando così le condizioni ideali per quello che viene comunemente definito come *shock energetico*.

La sicurezza energetica può inoltre essere analizzata sotto diversi aspetti: fisico, economico, sociale ed ambientale. Le prime due dimensioni sono strettamente correlate, in quanto una riduzione dell'offerta fisica di materie prime energetiche (e quindi di energia) si trasforma, attraverso i mercati, in un rapido incremento del prezzo dell'energia, oltre a comportare un maggior ricorso alle importazioni. In particolare esiste una relazione parzialmente asimmetrica tra variazione del prezzo del petrolio e crescita economica: ad un aumento del primo corrisponde infatti un rallentamento della seconda, ma una riduzione del prezzo del petrolio non produce necessariamente un significativo aumento della crescita economica.

Un periodo prolungato di elevati prezzi dell'energia può generare effetti negativi anche dal punto di vista sociale, con ripercussioni nella distribuzione del reddito e sulla disoccupazione sia a livello nazionale che internazionale. Ad esempio, per i paesi importatori di energia l'aumento della spesa per il fabbisogno energetico comporta una riduzione del reddito nazionale disponibile per l'acquisto di altri beni e servizi, generando una contrazione della domanda complessiva. Ciò a sua volta provoca una diminuzione dell'offerta di beni e quindi una minore richiesta di forza lavoro, a cui corrisponde un incremento del tasso di disoccupazione. Per i paesi esportatori invece, i maggiori introiti derivanti dalle esportazioni di energia determinano aumento del prodotto nazionale e del tasso di occupazione.

Infine sotto il profilo ambientale, la sicurezza energetica fa riferimento agli impatti negativi sugli ecosistemi che potrebbero essere determinati da incidenti nel settore produttivo energetico (incidenti alle infrastrutture di trasporto terrestri e marine, alle centrali, agli impianti di raffinazione. etc.).

Risulta quindi prioritario individuare una strategia energetica in grado di prevenire i probabili effetti, in termini economici, sociali ed ambientali, derivanti dal continuo incremento del costo dell'energia. A tal fine sarebbe auspicabile un cambiamento del modello energetico dominante, a partire da un maggior utilizzo di fonti energetiche

rinnovabili, in grado anche, come vedremo in seguito, di contribuire alla lotta ai cambiamenti climatici del pianeta.

2.3 – Energia e cambiamenti climatici

2.3.1 – Il contesto

L'atmosfera terrestre è composta da una miscela di gas, i quali svolgono un preciso ruolo all'interno del complesso meccanismo di regolazione dell'equilibrio termico del pianeta. Le particolari proprietà di questi gas consentono alle radiazioni solari di attraversare l'atmosfera e di raggiungere il suolo, dove vengono in parte riflesse ed in parte assorbite dalla superficie terrestre e convertite in calore, il quale viene poi dissipato dal suolo sotto forma di radiazione infrarossa. I gas presenti nell'atmosfera interferiscono sulla dissipazione della radiazione infrarossa facendo in modo che gran parte del calore ceduto dal suolo sia assorbito dall'atmosfera e da qui riemesso in tutte le direzioni, quindi anche verso la superficie terrestre. Ciò comporta l'innalzamento della temperatura superficiale fino al raggiungimento di un punto di equilibrio tra radiazione solare in arrivo ed infrarossa in uscita.

In condizioni di equilibrio infatti la quantità di radiazione solare ricevuta è bilanciata da una eguale quantità riemessa attraverso la riflessione (circa il 30% del totale, prevalentemente dalle nubi) e la radiazione non riflessa (il rimanente 70%). Quest'ultima viene assorbita dall'atmosfera (16%), dalle nubi (4%) e dalla superficie terrestre e dai mari (50%), dove si trasforma in calore.

Questo processo naturale è denominato *effetto serra*, per via delle similitudini con quanto avviene nelle serre per la coltivazione dei prodotti agricoli, ed i gas che determinano tale fenomeno prendono il nome di *gas serra* (Greenhouse Gases, GHG). L'effetto serra permette quindi di mantenere la temperatura della Terra ad un livello tale da consentire la vita sul pianeta (circa +14 C° il valore effettivamente registrato).

In assenza di atmosfera e senza l'azione dei gas serra, principalmente vapore acqueo, anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O) e ozono (O₃), che impedisce la dispersione del calore irradiato dalla superficie terrestre attraverso la radiazione infrarossa, il valore della temperatura superficiale media della Terra

risulterebbe molto inferiore al punto di congelamento dell'acqua (circa -18 C°), con inevitabili ripercussioni sulle varie forme di vita. Risulta quindi evidente come il livello della concentrazione dei vari gas serra in atmosfera influenzi inevitabilmente l'andamento della temperatura terrestre.

All'interno di questo processo naturale che è l'effetto serra si inserisce però l'azione dell'uomo, che con le sue attività contribuisce a far aumentare il livello di concentrazione di gas serra nell'atmosfera e di conseguenza la temperatura del pianeta. In ambito scientifico è infatti sempre più condivisa l'idea che l'atmosfera terrestre si stia riscaldando per via delle emissioni di gas serra (o clima alteranti) rilasciate da molte attività antropiche, quali il settore energetico ed industriale, i trasporti, l'edilizia e l'agricoltura. L'azione termoregolatrice dei gas serra non è stata alterata dall'attività umana fino all'avvento della rivoluzione industriale, ovvero in concomitanza dell'utilizzo su vasta scala dei combustibili fossili per fini energetici. Petrolio, carbone e gas naturale hanno infatti gradualmente sostituito quella che per millenni ha rappresentato la principale fonte energetica per l'umanità: il legno. La crescente richiesta di energia determinata dal processo di industrializzazione dell'economia ha portato, grazie anche al progresso tecnologico, ad un maggiore impiego dei combustibili fossili, dimostratisi vantaggiosi rispetto al legno sia per la maggiore resa energetica che per l'elevato potere calorifico¹⁷.

I processi di combustione delle risorse energetiche di origine fossile contribuiscono però a fare aumentare la concentrazione di gas serra in atmosfera, in particolare l'anidride carbonica. Ciò è dovuto al fatto che i combustibili fossili sono il risultato di un processo millenario in base al quale i composti organici accumulatisi nel sottosuolo vengono gradualmente trasformati in idrocarburi. Durante la combustione di questi ultimi viene quindi liberata in atmosfera l'anidride carbonica immagazzinata nel sottosuolo per milioni di anni, che di conseguenza non riesce a "rientrare" nella fase biologica del ciclo del carbonio, provocando un incremento del livello di concentrazione della CO_2 in atmosfera. In questo modo il naturale e necessario effetto serra viene amplificato, con conseguente innalzamento della temperatura media terrestre e relative ripercussioni sull'andamento climatico.

¹⁷ Il potere calorifico è la quantità di calore sviluppata nella combustione completa di una quantità unitaria di combustibile. Si misura in Joule per chilogrammo (J/kg).

Questa situazione è aggravata dal perdurare delle attività di deforestazione, in particolare nelle zone tropicali, che hanno l'effetto di ridurre la capacità di assorbimento della CO₂ da parte dell'ecosistema. Le foreste svolgono infatti una funzione di "serbatoio" di carbonio assorbendo, specialmente in fase di accrescimento, l'anidride carbonica presente in atmosfera. Allo stesso modo la diffusione di un modello di agricoltura produttivista, caratterizzato da allevamenti intensivi e da un largo impiego di input chimici, ha contribuito a far aumentare la concentrazione di alcuni gas serra, quali metano e protossido di azoto.

Secondo l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)¹⁸ dell'ONU, dalla fine del diciannovesimo secolo la temperatura globale media è gradualmente aumentata a causa delle continue emissioni antropiche di gas serra, cresciute ad un ritmo annuo compreso tra lo 0,5% e l'1% e la cui concentrazione attualmente supera del 35% i valori pre-industriali (Report 2001). Le ricerche effettuate dall'IPCC evidenziano come la temperatura media della superficie del pianeta tra il 1906 ed il 2005 sia cresciuta di 0,76°C in, facendo registrare un forte incremento durante gli ultimi 50 anni (0,13°C per decade). Se però le emissioni di gas serra dovessero seguire gli attuali ritmi di crescita, la temperatura media globale, secondo le stime dell'IPCC, potrebbe subire un aumento quantificabile tra 1,4 e 5,8 °C tra il 1990 e il 2100. Ciò porterebbe al progressivo scioglimento dei ghiacciai ed al conseguente innalzamento del livello del mare, mentre la frequenza delle precipitazioni atmosferiche subirebbe un'alterazione con inevitabili ripercussioni sull'attività agricola, sulla disponibilità delle riserve idriche e sulla biodiversità.

Di fronte ai molteplici rischi prospettati da un processo di cambiamento climatico irreversibile, si è manifestata, con sempre maggior convinzione, la volontà di avviare, in ambito internazionale, una strategia d'azione comune in grado di ridurre le emissioni antropiche di gas serra e di rafforzare i processi naturali di assorbimento di tali gas dall'atmosfera. Il primo passo di una strategia internazionale in grado di affrontare il problema dei cambiamenti climatici è stata l'approvazione, durante la Conferenza delle

¹⁸ L'IPCC è il gruppo di ricerca delle Nazioni Unite incaricato di valutare le prove scientifiche del cambiamento climatico, i suoi possibili impatti nonché gli eventuali interventi per mitigarne gli effetti. L'IPCC si occupa infatti di verificare e divulgare le informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche utili alla comprensione del rischio di cambiamento climatico indotto da attività umane.

Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo (UNCED o *Earth Summit*¹⁹) tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992, della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC²⁰). La Convenzione, diventata operativa nel 1994 dopo la ratifica di 160 Paesi (attualmente è sottoscritta da 192), si pone come obiettivo finale quello di stabilizzare nel lungo periodo le concentrazioni di gas ad effetto serra nell'atmosfera a un livello tale che escluda qualsiasi pericolosa interferenza delle attività umane sul sistema climatico [Zezza, 2008]. A tal fine impegna le parti firmatarie a limitare o a ridurre le emissioni di gas serra in modo tale da evitare ripercussioni sulla produzione alimentare ed al contempo consentire uno sviluppo economico sostenibile.

Per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas clima alteranti la Convenzione individua tre gruppi di Paesi con obblighi differenziati:

- il primo gruppo è costituito dai paesi ad economia avanzata e da quelli ad economia in transizione elencati nell'Allegato I della Convenzione. Essi devono adottare misure, singolarmente o congiuntamente, per mitigare i cambiamenti climatici limitando le emissioni antropogeniche di gas ad effetto serra ed incrementando i meccanismi di assorbimento di tali gas, in modo tale da riportarne la concentrazione in atmosfera ai livelli del 1990;

- il secondo gruppo è composto dai soli paesi industrializzati, elencati nell'Allegato II della Convenzione, i quali devono destinare risorse finanziarie ai Pvs affinché questi siano in grado di intraprendere azioni per la riduzione delle loro emissioni ed affrontare le conseguenze negative del cambiamento climatico. I paesi industrializzati devono inoltre promuovere lo sviluppo ed il trasferimento di tecnologie pulite sia nei Pvs che verso quelli con economia in transizione;

- il terzo gruppo infine è costituito da tutti i Pvs, per i quali non è previsto alcun obbligo di riduzione delle emissioni per evitare di ostacolarne la crescita economica (paesi *fuori* Allegato). La quantità di gas serra emessi da questi paesi è infatti marginale rispetto a quella dei paesi industrializzati, i quali sono i primi ad essere chiamati in

¹⁹ Durante la United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) del 1992 è stata istituita la Commissione sullo Sviluppo Sostenibile (CSD) nell'ambito del Consiglio Economico e Sociale dell'ONU (ECOSOC) e sono stati prodotti i seguenti documenti ufficiali: Dichiarazione di Rio sull'ambiente e sullo sviluppo; Agenda XXI sulle linee direttrici per uno sviluppo sostenibile; Dichiarazione sui principi concernenti le foreste; Convenzione sulla diversità biologica (CBD); Convenzione sui cambiamenti climatici.

²⁰ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), che in questo contesto chiameremo per comodità "Convenzione".

causa nella lotta al riscaldamento globale. In questo gruppo sono però inclusi anche Cina ed India che, negli ultimi anni, in seguito al rapido progresso industriale, hanno visto aumentare i rispettivi livelli di emissione, avvicinandoli sensibilmente a quelli dei paesi ad economia avanzata²¹.

L'approccio al problema dei cambiamenti climatici seguito dalla Convenzione si basa sul principio di precauzione e di responsabilità, in linea con quanto espresso dalla Dichiarazione di Rio sull'ambiente e sullo sviluppo al punto 15, secondo cui “...*in caso di rischio di danno grave o irreversibile, l'assenza di una piena certezza scientifica non deve costituire un motivo per differire l'adozione di misure adeguate ed effettive, anche in rapporto ai costi, dirette a prevenire il degrado ambientale*”. Secondo la Convenzione i Paesi firmatari sono dunque tenuti ad intraprendere azioni mirate ad attenuare i rischi, di tipo ambientale, sociale ed economico, derivanti dal fenomeno del riscaldamento globale anche in mancanza di una solida spiegazione scientifica riguardo alle cause di quest'ultimo.

Dal punto di vista operativo la Convenzione individua, per combattere il riscaldamento globale, due strategie di azione condivise tra i Paesi firmatari:

- la *Strategia di mitigazione dei cambiamenti climatici*, il cui obiettivo è ridurre le cause dei cambiamenti di origine antropica nonché le emissioni e l'accumulo di gas serra in atmosfera. Questa strategia ha trovato, attraverso la definizione di vincoli internazionali, una prima fase di attuazione nel Protocollo Kyoto del 1997 (vedi oltre), indirizzato principalmente ai Paesi industrializzati, mentre la seconda fase, attualmente in corso di negoziazione, dovrebbe avere inizio a partire dal 2012;

- la *Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici*, il cui obiettivo è quello di ridurre le conseguenze negative e i danni derivanti dai futuri cambiamenti climatici. Questa seconda strategia, complementare alla precedente ed integrativa sotto il profilo dei costi economici ed ambientali, è dettata dall'impossibilità di poter arrestare i processi di cambiamento climatico innescati anche nel caso di un azzeramento totale e repentino delle emissioni di gas serra.

²¹ Il fatto che Cina ed India non siano obbligati a ridurre le proprie emissioni di gas serra è alla base delle critiche mosse alla Convenzione, ed alle strategie da essa perseguite, da alcuni paesi industrializzati, tra tutti gli USA.

La Convenzione ha infine previsto la costituzione di un organo decisionale e di controllo, denominato Conferenza delle Parti (COP), che si riunisce annualmente per esaminare l'applicazione ed i progressi raggiunti dalla Convenzione stessa.

2.3.2 – Il Protocollo di Kyoto

Nell'ambito della strategia di mitigazione dei cambiamenti climatici perseguita dalla Convenzione, nel dicembre del 1997, al termine della terza sessione plenaria della Conferenza delle Parti (COP 3), è stato firmato un trattato internazionale, meglio noto come Protocollo di Kyoto. Per poter diventare operativo, il trattato doveva essere ratificato da almeno 55 Paesi firmatari responsabili complessivamente di almeno il 55% delle emissioni globali di gas serra al 1990; condizione raggiunta soltanto nel novembre del 2004, in seguito alla ratifica da parte della Russia²².

Il Protocollo di Kyoto, attualmente ratificato da oltre 180 Paesi, è così entrato ufficialmente in vigore nel febbraio del 2005 (Figura 2.6). Esso impegna, nel periodo 2008-2012, i Paesi industrializzati e quelli con economia in transizione (vale a dire i Paesi elencati nell'Allegato I della Convenzione) a ridurre in media del 5,2% le emissioni dei principali gas serra di origine antropica rispetto ai livelli del 1990²³. Per i Paesi in via di sviluppo, in base al principio della *responsabilità comune ma differenziata*, non sono invece previsti obblighi di riduzione dal momento che il loro livello procapite di emissioni inquinanti è stato giudicato ancora “basso”. Di conseguenza, paesi come Cina ed India sono esentati dal rispetto degli impegni indicati dal Protocollo²⁴.

Il paniere di gas a effetto serra considerato dal Protocollo è composto da sei gas: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFC), perfluorocarburi (PFC), esafloruro di zolfo (SF₆). Tutti questi gas sono convertiti in unità equivalenti di anidride carbonica (CO₂e) attraverso dei fattori di conversione legati al grado di effetto serra prodotto da ciascun gas. Gli obiettivi di

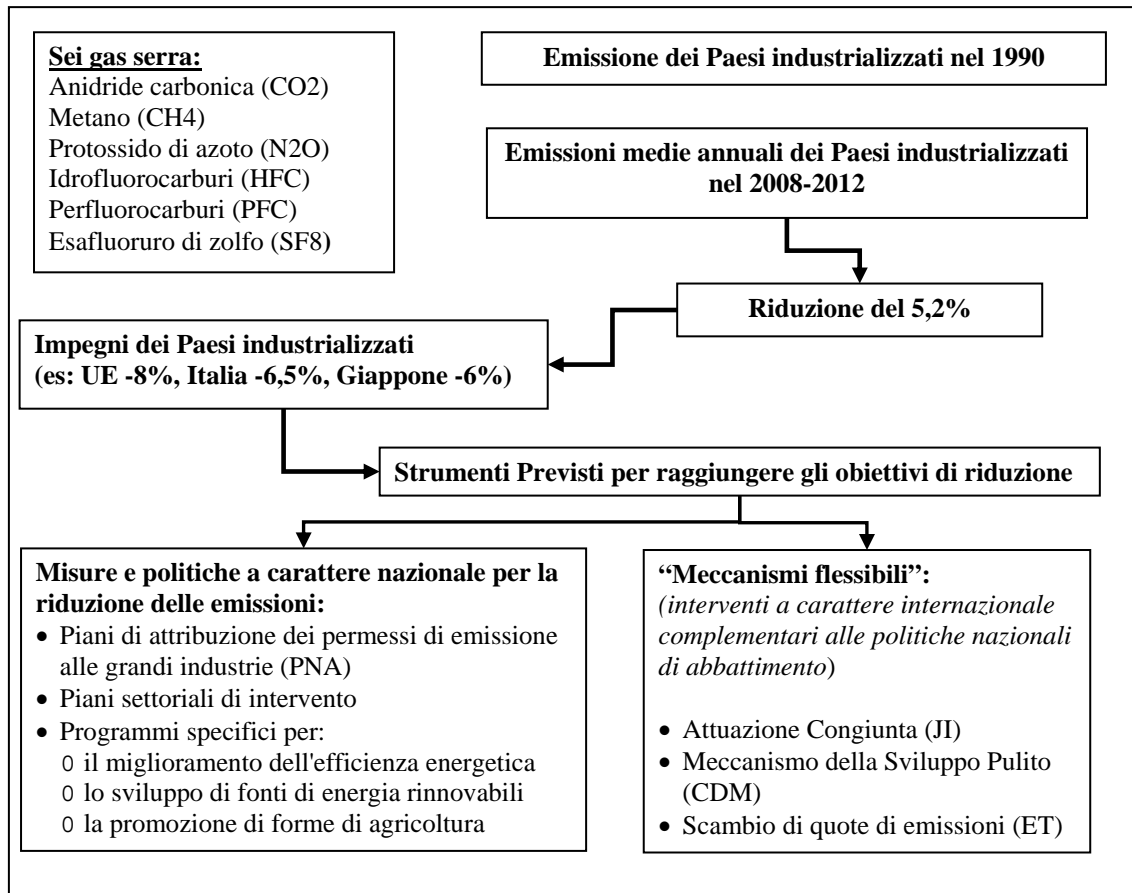
²² L'Italia ha ratificato il Protocollo di Kyoto con la legge 120 del 1 giugno 2002 impegnandosi a ridurre le proprie emissioni del 6,5%.

²³ I gas serra che rientrano negli obblighi di riduzione e i settori economici interessati da tali obblighi sono elencati nell'Allegato A del Protocollo.

²⁴ Questo è uno dei motivi alla base della mancata ratifica del Protocollo di Kyoto da parte degli USA, il maggiore Paese emettitore mondiale di gas clima alteranti.

riduzione del Protocollo di Kyoto si riferiscono quindi al totale dei sei gas serra espressi in equivalenti emissioni di CO₂e.

Fig. 2.6. Il Protocollo di Kyoto: schema di sintesi



Fonte: nostra elaborazione

La riduzione complessiva del 5,2% non è uguale per tutti i Paesi e può essere raggiunta anche in modo congiunto da gruppi di Paesi diversi²⁵. L'Unione Europea (a 15), dove la riduzione complessiva prevista è del 8%, ha fatto ricorso a tale modalità adottando una ripartizione differenziata per ciascuno stato membro²⁶.

L'approccio multilaterale alla lotta al cambiamento climatico, perseguito dal Protocollo, rappresenta un tentativo per incentivare tutti i paesi firmatari a ridurre le proprie emissioni di gas serra. Un intervento unilaterale comporterebbe, infatti, un

²⁵ Gli obblighi di riduzione per ciascun Paese sono riportati all'interno dell'allegato B del protocollo.

²⁶ La ripartizione delle quote di riduzione delle emissioni per ciascuno Stato membro dell'UE-15 è stata definita con il cosiddetto *Burden Sharing Agreement* (Consiglio europeo dei Ministri dell'Ambiente del 17 giugno 1998, Documento 9702/98) e resa obbligatoria con la Decisione del Consiglio dell'UE 2002/358/CE, che approvando il Protocollo di Kyoto ha ufficializzato gli obiettivi di riduzione dell'UE.

danno, in termini di perdita di competitività per il settore industriale, per ogni singolo Paese che avesse deciso di intraprendere specifiche misure di politica economica, energetica ed ambientale in modo da limitare le proprie emissioni. Ciò consentirebbe ai Paesi *inermi* di assumere un comportamento da *free rider*, appropriandosi dei benefici derivanti dalle azioni intraprese dai Paesi *virtuosi* senza sostenerne il relativo costo. L'attuazione del Protocollo è quindi finalizzata ad avviare un percorso di lotta alle cause e mitigazione degli effetti del riscaldamento globale ampiamente condiviso in ambito internazionale.

Nel Protocollo sono definite due tipologie di strumenti a cui i Paesi aderenti possono fare ricorso per conseguire gli obiettivi di riduzione prefissati: le *politiche e le misure* e i cosiddetti *meccanismi flessibili*. La prima tipologia comprende quegli interventi di contenimento e abbattimento delle emissioni di gas serra, riportati nell'articolo 2 del Protocollo, che devono essere attuati a livello nazionale. Tra le politiche e misure previste si ricordano: i piani di attribuzione dei permessi di emissione alle grandi industrie; i piani settoriali di intervento per ridurre e contenere le emissioni dei principali comparti economici (energetico, trasporti, etc.); i programmi specifici finalizzati al miglioramento dell'efficienza energetica, allo sviluppo di fonti di energia rinnovabili, alla promozione di forme di agricoltura sostenibili. Alla luce della diversa struttura economico-produttiva dei singoli Paesi, il Protocollo concede loro un'ampia autonomia nella scelta degli interventi da adottare a livello nazionale, in modo tale da limitare i costi di riduzione delle emissioni.

I *meccanismi flessibili* sono invece degli interventi di mitigazione del cambiamento climatico complementari alle politiche nazionali di abbattimento delle emissioni ed attuabili nel solo ambito internazionale. Il ricorso a questi strumenti aggiuntivi, considerati indispensabili per minimizzare i costi connessi con il raggiungimento degli obiettivi del Protocollo, permette ai Paesi industrializzati di utilizzare a proprio credito attività di riduzione delle emissioni effettuate al di fuori del territorio nazionale. Tale possibilità si basa sulla considerazione che i cambiamenti climatici sono un fenomeno globale ed ogni riduzione delle emissioni di gas serra è efficace indipendentemente dal luogo del pianeta nel quale viene realizzata.

I meccanismi flessibili sono stati approvati nel dettaglio dagli Accordi di Marrakech del 2001 (COP 7) e consistono in quattro tipologie di intervento, di cui le prime tre si caratterizzano per essere strumenti strettamente di mercato:

1. *Attuazione congiunta (Join Implementation, JI)*, consente alle imprese di un Paese con vincoli di emissione, industrializzato o a economia in transizione (Allegato I della Convenzione), di realizzare un progetto di abbattimento delle emissioni di gas serra in un altro Paese con vincoli di emissione (Allegato I), acquisendo così delle unità di riduzione delle emissioni (*Emissions Reductions Units, ERU*) che possono essere usate in detrazione delle emissioni nazionali
2. *Meccanismo per lo sviluppo pulito (Clean Development Mechanism, CDM)*, consente alle imprese dei Paesi con vincoli di emissione (Allegato I della Convenzione), di realizzare progetti industriali ad alta efficienza energetica, o iniziative tese all'utilizzo delle energie rinnovabili, nei Paesi in via di sviluppo (Paesi fuori Allegato), ricevendo così dei crediti di emissione pari alla riduzione ottenuta rispetto ai livelli che si sarebbero avuti senza il progetto. Tali crediti, denominati riduzioni di emissioni certificate (*Certified Emissions Reductions, CERs*), possono essere usati in detrazione delle emissioni nazionali.
3. *Scambio di quote di emissioni (Emissions Trading, ET)*, consente ai Paesi con vincoli di emissione (Allegato I) di scambiare, su un mercato internazionale appositamente creato, permessi ad emettere gas serra. Qualora un Paese abbia abbattuto le proprie emissioni in misura maggiore o minore rispetto agli obiettivi previsti dal Protocollo, potrà, rispettivamente, vendere o acquistare permessi di emissione.
4. *Bacini di assorbimento del carbonio (Carbon Sinks, CS)*, che permettono a ciascun Paese di compensare le proprie emissioni di gas serra in eccesso attraverso delle unità di rimozione di CO₂e (*Removal Units, RMU*) derivanti dall'ampliamento di quegli elementi naturali (come boschi, foreste, pascoli, etc.) che assicurano l'assorbimento dell'anidride carbonica.

A livello di Unione Europea la Direttiva 87/2003/CE (Direttiva ETS) ha istituito un sistema per lo scambio di quote di emissioni di gas ad effetto serra nella Comunità, denominato Emission Trading System (ETS), al fine di promuovere la riduzione di tali emissioni secondo criteri di efficienza economica. Il sistema prevede che gli Stati

membri, attraverso i Piani Nazionali di Assegnazione (PNA), stabiliscano le quote annuali di emissioni da assegnare agli impianti industriali che svolgono attività di combustione energetica, produzione e trasformazione dei metalli ferrosi, lavorazione di prodotti minerali, produzione di pasta per carta a partire dal legno e da altre materie fibrose e produzione di carta e cartoni. Ogni quota attribuisce agli impianti il diritto di immettere una tonnellata di CO₂e equivalente in atmosfera nel corso dell'anno di riferimento della quota stessa.

I gestori degli impianti regolati dalla Direttiva ETS devono restituire annualmente un numero di quote corrispondente alle emissioni reali prodotte: l'eventuale surplus di quote (differenza positiva tra le quote assegnate e le emissioni reali) può essere accantonato o venduto, mentre il deficit di quote può essere coperto attraverso il loro acquisto. La mancata restituzione di un certo numero di quote prevede una sanzione di 40 € per ciascuna quota nel periodo 2005 - 2007 e di 100 € negli anni successivi. Il pagamento della sanzione non esonera i gestori degli impianti dalla restituzione delle quote relative alle emissioni prodotte in eccesso. La vendita e l'acquisto delle quote possono avvenire tramite contrattazioni bilaterali o piattaforme di scambio organizzate (borse dei fumi): le transazioni sono aperte sia ai gestori degli impianti sia a soggetti terzi. La Direttiva 101/2004/CE ha riconosciuto l'utilizzo anche degli altri meccanismi flessibili a carattere economico previsti dal Protocollo di Kyoto (Joint Implementation e Clean Development Mechanism) nel sistema di scambio delle quote, stabilendo la validità dei crediti di emissione ottenuti dall'attuazione di tali meccanismi per rispondere agli obblighi di riduzione delle emissioni²⁷.

E' importante ricordare che le politiche e le misure di riduzione a livello nazionale sono da considerarsi gli interventi di primaria importanza per il raggiungimento degli obiettivi di Kyoto, mentre il ricorso ai meccanismi flessibili è da ritenersi supplementare agli interventi su base nazionale.

Nell'ambito della strategia internazionale di lotta ai cambiamenti climatici il problema attuale è quello di raggiungere un accordo per definire gli impegni dei singoli Paesi per dopo il 2012, ovvero per il post-Kyoto. I negoziati vengono portati avanti annualmente

²⁷ L'attuale schema comunitario di commercio dei permessi di emissione di gas serra subirà delle profonde modifiche a partire dal 2013, quando entrerà in vigore la Direttiva 29/2009/CE che modifica la Direttiva 87/2003/CE al fine di perfezionare ed estendere il sistema esistente di scambio delle quote di emissione.

all'interno della Conferenza delle Parti della UNFCCC con l'obiettivo di arrivare ad una soluzione condivisa anche da quei Paesi che si collocano ancora su posizioni critiche nei confronti del Protocollo. Per ottenere una drastica riduzione delle emissioni di gas serra si rende infatti necessario un serio impegno sia da parte dei paesi industrializzati, tra tutti gli USA, che da parte di quei Pvs che, essendo stati caratterizzati da un vertiginoso sviluppo economico negli ultimi anni, sono diventati dei grandi emettitori di gas clima alteranti, come Cina ed India. Inoltre, nelle future strategie di mitigazione dei cambiamenti climatici generati da attività antropiche, un ruolo sempre più significativo sarà ricoperto dagli interventi a sostegno di fonti energetiche meno inquinanti ed impattanti sull'ambiente rispetto a quelle fossili.

CAPITOLO 3. LA STRATEGIA ENERGETICA INTEGRATA DELL'UE E LE BIOENERGIE

3.1 – Premessa

Nel presente capitolo, alla luce del quadro energetico che caratterizza l'Unione Europea, verrà illustrato il percorso che ha portato alla formazione di una nuova strategia energetica integrata. In particolare cercheremo di evidenziare il ruolo ricoperto dalle politiche di incentivazione per le energie rinnovabili dedicando, in un secondo momento, molta attenzione alle bioenergie ed alle relative politiche di sostegno.

Cercheremo poi di evidenziare il legame tra la politica comunitaria per le bioenergie e quella agricola (PAC), ponendo particolare attenzione agli strumenti da questa predisposti per il sostegno delle bioenergie, sia all'interno del primo che del secondo pilastro. Proprio in relazione alla politica di sviluppo rurale si è cercato di approfondire l'analisi degli strumenti di incentivazione delle bioenergie a livello locale.

La seconda parte è invece dedicata ad una breve descrizione delle principali forme e applicazioni relative alla bioenergia, con particolare attenzione alla valorizzazione della biomassa forestale ed ai principali strumenti di sostegno predisposti a livello nazionale e regionale (Toscana).

3.2 – Il mix energetico dell'UE

Negli ultimi anni, all'interno dell'Unione Europea è maturata la convinzione che, per poter affrontare sia il problema della sicurezza energetica e della dipendenza dalle fonti di origine fossile che quello del cambiamento climatico, garantendo al contempo uno sviluppo economico sostenibile ed ambientalmente compatibile, fosse necessario ripensare le strategie intraprese in campo energetico. Nell'intento di perseguire tali propositi l'UE ha cercato di implementare una nuova politica energetica ed ambientale integrata per lo sviluppo di un nuovo modello energetico orientato, in sintesi, alla riduzione dell'utilizzo dei combustibili fossili e all'incremento delle fonti di energia

rinnovabile, alla diversificazione delle fonti di approvvigionamento energetico, al miglioramento dell'efficienza energetica; al perfezionamento delle metodologie per la cattura e il sequestro della CO₂. Prima di ricostruire il percorso seguito da questa nuova strategia integrata che, al suo interno, attribuisce un importante ruolo alle bio-energie, è però opportuno illustrare brevemente lo scenario energetico che caratterizza l'Unione Europea.

Secondo i dati statistici ufficiali (Eurostat), il mix energetico dell'UE (27) risulta caratterizzato da un peso molto forte dei combustibili fossili (carbone, petrolio e gas naturale), i quali nel 2007 hanno contribuito al 76% del consumo interno lordo di energia primaria (*Gross inland energy consumption*) per un totale di oltre 1.400 milioni di Tep²⁸. Nonostante tale quota sia diminuita di circa 7 punti percentuali rispetto ai livelli del 1990, il ricorso ai combustibili fossili è aumentato complessivamente di circa il 3%.

Tab. 3.1. Consumo interno lordo di energia primaria dell'UE (27) – 1990-2007 (Milioni di Tep)

Fonti	1990	% 1990	2007	% 2007	Var % 1990/2007
Combustibili solidi	453,0	27,3	331,2	18,3	-26,9
Gas Naturale	294,9	17,7	432,4	23,9	47
Petrolio	632,9	38,1	656,9	36,4	4
Energia Nucleare	202,6	12,2	241,3	13,4	19
Rinnovabili*	73,1	4,4	141,0	7,8	93
Altro	5,6	0,3	3,5	0,2	-37
Totale	1.662,0	100,0	1.806,3	100,0	9

*Comprende: energia idroelettrica, geotermica, eolica, solare, biomasse e rifiuti

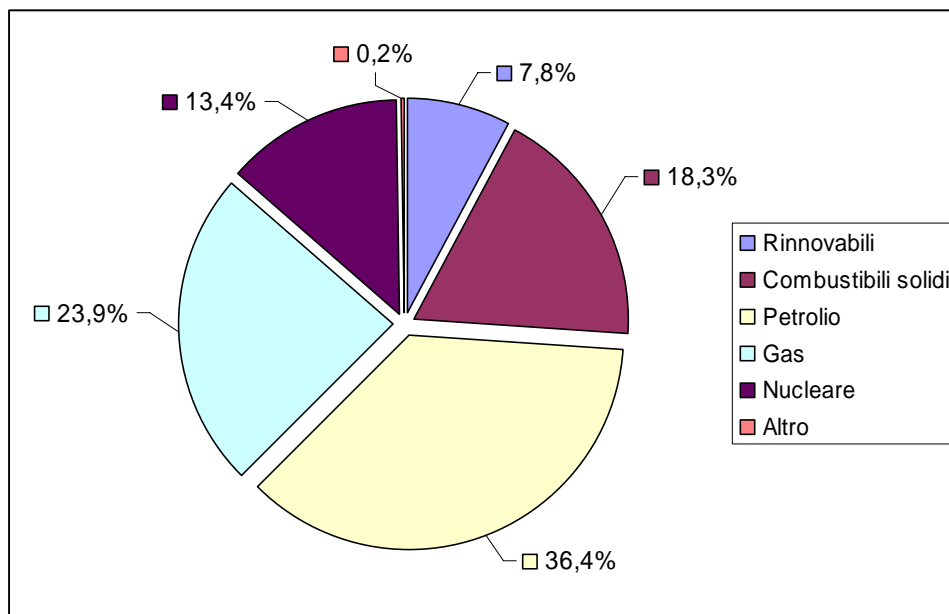
Fonte: elaborazioni proprie su dati Eurostat

Tra le diverse fonti energetiche, il petrolio si conferma quella più utilizzata con una quota, nel 2007, pari ad oltre il 36% del totale, di poco inferiore a quella del 1990 (tabella 3.1 e figura 3.1). Tra il 1990 ed il 2007, il contributo del petrolio al mix energetico europeo è aumentato del 4% ad un tasso annuo dello 0,2%. Alla base di questo incremento vi è la crescente domanda di petrolio proveniente dal settore dei

²⁸ Il consumo interno lordo indica la quantità di energia primaria complessivamente offerta per soddisfare il fabbisogno energetico di una determinata area geografica. Secondo la definizione Eurostat, esso è dato dalla somma di produzione primaria, saldo tra importazioni ed esportazioni e variazione delle scorte, sottraendo poi i bunkeraggi internazionali (rifornimenti di combustibile a mezzi navali e aerei operanti su rotte internazionali).

trasporti, la quale è stata però attenuata dal ridimensionamento dell'impiego del petrolio in altri settori, come quello della generazione elettrica.

Fig. 3.1. Ripartizione del mix energetico dell'UE (27) – (2007)



Fonte: elaborazione propria su dati Eurostat

L'apporto dei combustibili solidi nei confronti del consumo interno lordo di energia primaria, pari a 331 milioni di Tep (18%) nel 2007, risulta invece sensibilmente diminuito (-27%) rispetto ai livelli registrati nel 1990 (27% del totale). Diversamente il gas naturale ha visto aumentare la propria quota all'interno del fabbisogno energetico dell'UE (27), passando dal 18% del consumo interno lordo del 1990 (295 milioni di Tep) al 24% del 2007 (432 milioni di Tep), con un incremento del 47%. Questi dati risentono dell'aumento della domanda di gas naturale da parte del settore della produzione di energia elettrica, molte centrali termoelettriche alimentate a carbone sono state infatti riconvertite o sostituite con nuove centrali a gas naturale.

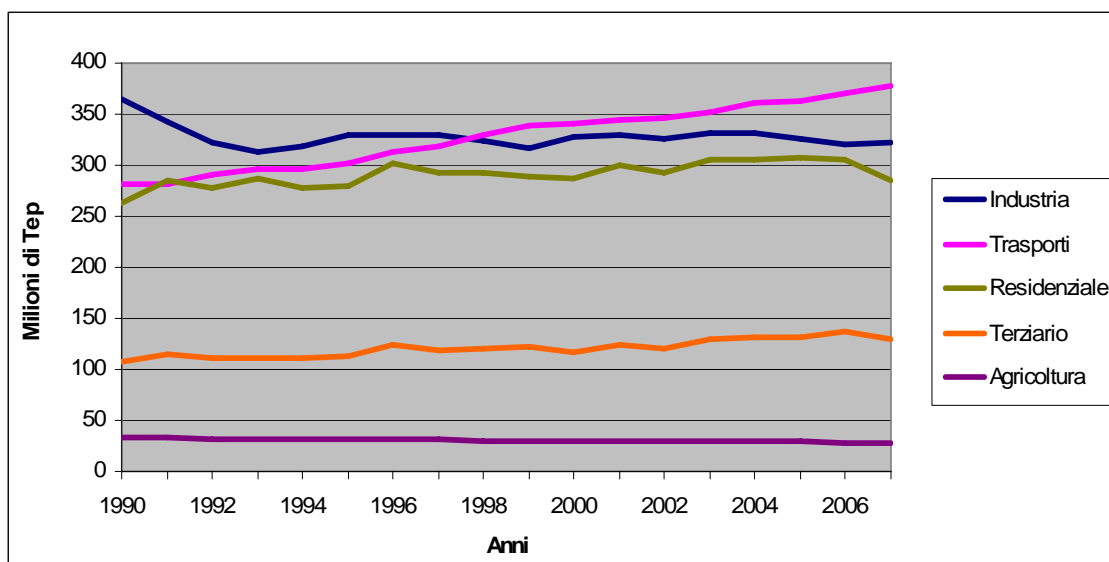
La quota di energia nucleare non ha subito variazioni significative tra il 1990 (12,2%) ed il 2007 (13,4%) ai fini del consumo interno lordo, tuttavia nel periodo considerato si registra un aumento del 19% in termini di contributo al mix energetico complessivo. L'energia nucleare non è soggetta ai problemi legati alle emissioni di gas serra, motivo per cui è considerata da molti come l'unica alternativa in grado di sostituire i combustibili fonti fossili. Non bisogna però trascurare il rischio legato alle

emissioni accidentali di sostanze pericolose, nonché i problemi derivanti dall'accumulo e dallo smaltimento delle scorie radioattive.

Per quanto riguarda le fonti di energia rinnovabili, nonostante che, tra il 1990 ed il 2007, il loro contributo in termini di consumo interno lordo di energia primaria dell'UE sia aumentato significativamente (+93%), grazie anche alle politiche di incentivazione e supporto portate avanti in ambito comunitario e nazionale, la quota da esse ricoperto nel 2007 è stata abbastanza limitata, pari nel complesso al 7,8% del totale (141 milioni di Tep).

La composizione del mix energetico appena descritto può subire profonde variazioni tra i diversi Stati Membri dell'UE, specialmente in relazione alle risorse energetiche di ciascun paese. Ad esempio la Gran Bretagna, che è un importante produttore di petrolio e gas, si affida in gran parte a queste risorse, mentre in Paesi come Polonia ed Estonia, che detengono consistenti risorse di carbone, prevalgono i combustibili solidi. La quota di energia nucleare è piuttosto ampia in quei Paesi, come la Francia, che hanno optato lo sviluppo di questa fonte energetica.

Fig. 3.2. Consumo finale di energia per settore nell'UE (27)* (Anni 1990-2007)



Fonte: elaborazione propria su dati Eurostat

Passando all'analisi del consumo finale di energia primaria dell'UE (27), si registra, tra il 1990 ed il 2007, un aumento di circa l'8,4%, per un incremento medio annuo dello 0,5%. In termini assoluti tale consumo ha superato, nel 2007, i 1.100 milioni di

tonnellate di Tep rispetto ai 1.070 milioni di Tep del 1990. Considerando l'andamento del consumo di energia primaria dei principali settori economici dell'UE (27), emerge il significativo incremento (+34%) che, nel periodo 1990-2007, ha interessato il settore di trasporti (Figura 3.2). Alla base di questo fenomeno risiede la crescita della domanda di trasporto, sia di merci che di persone, all'interno dell'UE, alla quale hanno contribuito una serie di fattori, tra cui l'espansione del trasporto su strada nei nuovi Paesi Membri, i cambiamenti negli stili di vita dei cittadini europei, una domanda di mobilità sempre maggiore, anche sulle lunghe distanze, facilitata da una più facile accessibilità del trasporto aereo. Tutti questi fattori hanno fatto in modo che nel 2007, all'interno dell'UE, il settore dei trasporti fosse quello con la più ampia quota (circa 33%) di energia consumata, pari a poco più di 377 milioni di Tep (Tabella 3.2).

Tab. 3.2. Consumo finale di energia primaria per settore nell'UE (27) - (2007 - Milioni di Tep)

Settori	(Milioni di Tep)	%
Industria	322,8	27,9
Trasporti	377,2	32,6
Residenziale	284,6	24,6
Servizi	130,0	11,2
Agricoltura	27,9	2,4
Altro	15,2	1,3
Consumo Totale	1.157,7	100,0

Fonte: elaborazioni proprie su dati Eurostat

Il settore residenziale si caratterizza invece, nel periodo considerato, per un aumento del consumo di energia primaria di circa l'8%. I maggiori consumi del comparto residenziale sono imputabili, in buona parte, ad un miglioramento negli standard di vita, che ha permesso di incrementare i livelli di comfort nelle abitazioni ed il numero di apparecchi domestici posseduti da ogni famiglia. Infatti, anche se la componente più significativa dei consumi energetici delle famiglie è imputabile alle esigenze di riscaldamento e raffreddamento, è stata la domanda di energia elettrica per le apparecchiature domestiche ad essere cresciuta di più negli ultimi anni. In maniera simile, il settore terziario ha visto aumentare il proprio fabbisogno energetico (+21%) a causa del continuo aumento della richiesta di energia per le nuove tecnologie ICT (*information and communication technology*) e per altre tecnologie "energy-intensive" (come quelle di condizionamento degli ambienti), le quali però sono state caratterizzate anche da notevoli progressi in termini di efficienza energetica. Nel 2007, il settore

residenziale e quello terziario hanno assorbito rispettivamente il 25% e l'11% dell'intero fabbisogno di energia primaria, per un totale di oltre 414 milioni di Tep.

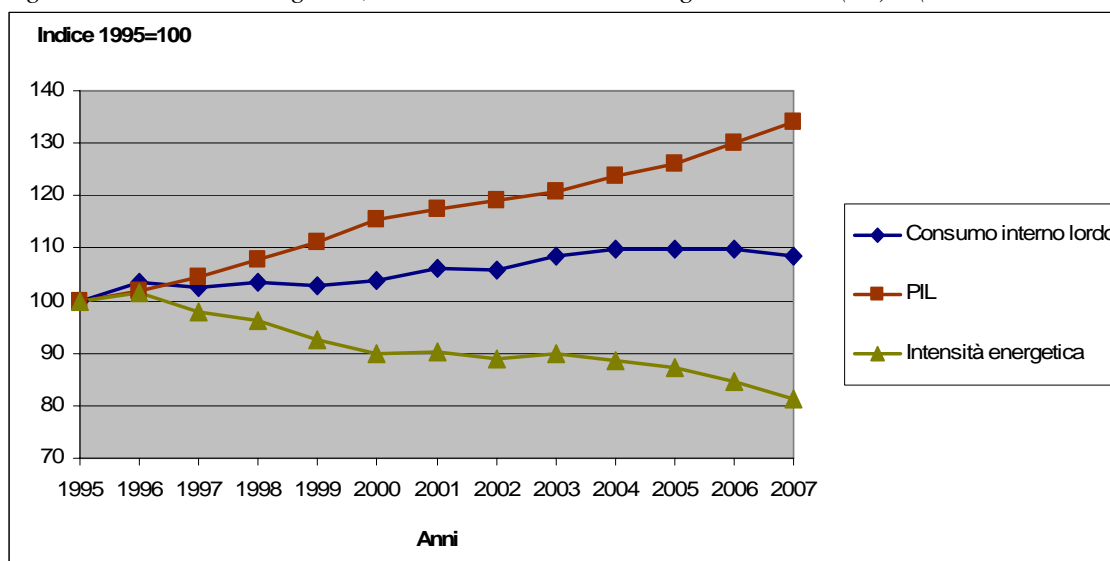
Diversamente, i processi di riconversione industriale, basati su tecnologie più efficienti, o di deindustrializzazione (de-materializzazione dell'economia), che negli ultimi decenni hanno interessato l'UE, sono alla base della contrazione del consumo finale di energia che ha caratterizzato il settore industriale (-12% tra il 1990 ed il 2007). In maniera simile, nello stesso periodo, è diminuito anche il consumo finale di energia del settore agricolo (-16%), tuttavia mentre il settore industriale, nel 2007, ha assorbito circa il 28% del consumo totale di energia dell'UE, il comparto agricolo si è attestato su livelli molto più bassi, al di sotto del 3% del totale, in linea con l'andamento degli ultimi anni.

Per avere un'indicazione in merito al livello di efficienza del consumo di energia all'interno dell'UE (27) è possibile fare riferimento all'andamento dell'intensità energetica. Questo indicatore esprime infatti la quantità di energia necessaria per produrre una unità di PIL ed è dato dal rapporto tra il consumo interno lordo di energia primaria ed il Prodotto Interno Lordo (PIL)²⁹. Una diminuzione di questo rapporto deve essere considerata positivamente, poiché indica la capacità dell'economia di crescere utilizzando una minore quantità di risorse energetiche e di conseguenza una riduzione del consumo e del costo sostenuti per convertire l'energia in PIL.

Nel periodo 1995-2007 il consumo di energia dell'UE (27) è cresciuto dell'8,1% ad un tasso medio annuale di circa lo 0,7%, mentre il PIL a prezzi costanti, nello stesso periodo, è aumentato in media ad un tasso annuale del 2,5%. Di conseguenza l'intensità energetica complessiva è diminuita ad un tasso medio pari a -1,7% all'anno. Ciò significa che nel 2007 in UE la produzione di un'unità di PIL ha richiesto un quantitativo di energia minore del 19% rispetto al 1995 (Figura 3.3). Tutto questo sta ad indicare un certo disaccoppiamento tra consumo di energia e crescita economica, in parte attribuibile ad un generale miglioramento dell'efficienza energetica, sia sul versante della produzione che del consumo di energia, nonché a cambiamenti strutturali dell'economia.

²⁹ L'intensità energetica di solito viene espressa in Kg equivalenti di petrolio (Kgep) per 1.000 euro.

Fig. 3.3. Intensità energetica, PIL e consumo di energia nell'UE (27)* (Anni 1995-2007)



Fonte: elaborazione propria su dati Eurostat

Tuttavia un miglioramento (diminuzione) dell'intensità energetica, a cui corrisponde un modo più efficiente di consumare energia, non presuppone necessariamente una minore pressione sull'ambiente in termini di emissioni inquinanti derivanti dall'utilizzo dei combustibili fossili. L'intensità energetica, considerando il consumo di energia primaria nel complesso, non fornisce alcuna indicazione in merito alle diverse tipologie di combustibili impiegati per la produzione della stessa energia. Per comprendere il significato di una variazione dell'intensità energetica, anche sotto il profilo ambientale, è necessario considerare il mix energetico complessivo di combustibili utilizzato in ciascun paese per produrre energia.

Tab. 3.3. Emissioni di gas serra nell'UE (27) – 1990-2007 (Milioni di Tonnellate di CO₂e)

Fonti	1990	% 1990	2007	% 2007	Var % 1990/2007
Processi energetici	4.123	74,1	3.912,44	77,5	-5,1
- Trasporti	779	14,0	982,52	19,5	26,0
Processi industriali	478	8,6	430,56	8,5	-9,9
Agricoltura	579	10,4	462,22	9,2	-20,2
Rifiuti	212	3,8	141,15	2,8	-33,7
Altro	170	3,1	99	2,0	-42
Emissioni totali	5.564	100,0	5.045,37	100	-9,3

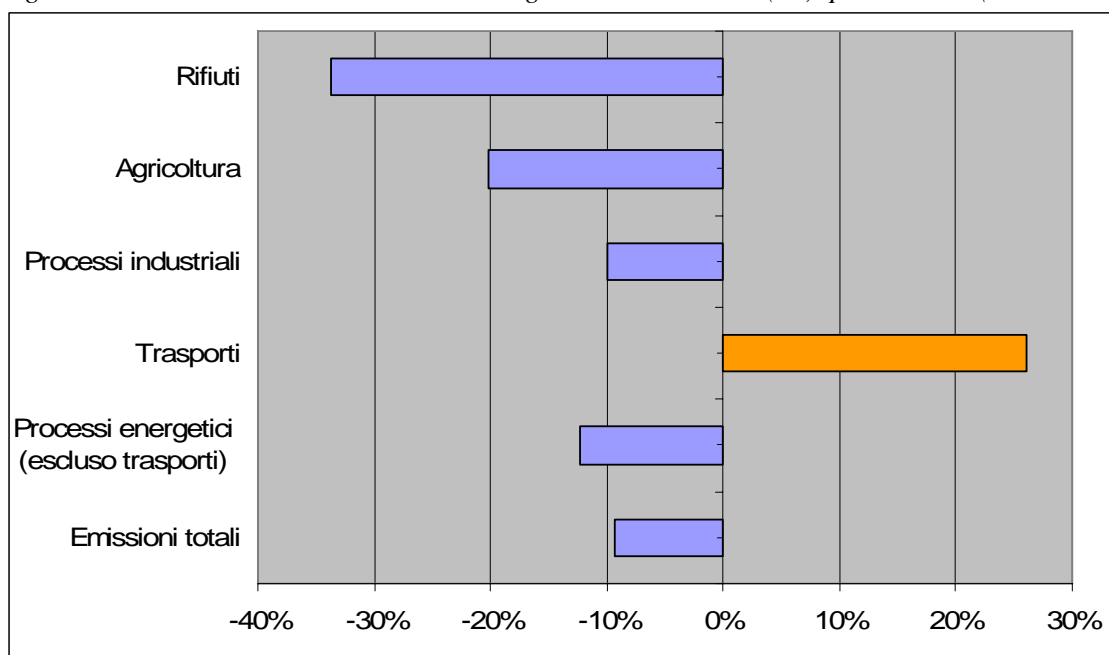
Fonte: elaborazioni proprie su dati Eurostat

Dal punto di vista ambientale, proprio i cambiamenti intercorsi negli ultimi anni all'interno del mix energetico europeo, in particolare il minore ricorso ai combustibili

solidi, hanno avuto degli effetti positivi in termini di emissioni di gas ad effetto serra, che, tra il 1990 ed il 2007, sono diminuite complessivamente del 9,3% (tabella 3.3)

La riduzione delle emissioni è stata registrata per tutti i principali settori responsabili, ad eccezione di quello dei trasporti, che invece è aumentato in maniera considerevole (+26%). Gli effetti delle politiche di riduzione e contenimento delle emissioni di gas clima alteranti sono state infatti condizionate dalla crescita dei consumi energetici all'interno dell'UE (27). Proprio le emissioni derivanti dai processi energetici (sia produzione che utilizzo), che tra il 1990 e il 2007 sono diminuite del 5%, hanno rappresentato poco meno dell'80% delle emissioni totali di gas ad effetto serra dell'UE (27) nel 2007. Considerando però le emissioni derivanti dai processi energetici, depurate da quelle provenienti dal settore dei trasporti (20% del totale delle emissioni nel 2007 rispetto al 14 del 1990), la variazione rispetto al 1990 risulta pari al 12,5% (figura 3.4).

Fig. 3.4 – Evoluzione delle emissioni di gas serra nell'UE (27) per settore (1990-2007).



Fonte: elaborazioni proprie su dati Eurostat

Diversamente da quanto registrato per i consumi, la produzione interna di energia primaria dell'UE (27) risulta in progressiva diminuzione. I dati disponibili relativi al periodo 1990- 2007 evidenziano una contrazione complessiva di circa il 9% (Tabella 3.4). Il maggior contributo alla produzione interna, che nel 2007 è stata pari a circa 850

milioni di Tep, proviene dall'energia nucleare (28%), seguita dai combustibili solidi (22%), il gas naturale (20%), le fonti rinnovabili (16%) ed il petrolio (14%). E' interessante sottolineare come, nel corso degli anni, l'energia nucleare sia diventata la principale fonte energetica impiegata in ambito europeo al posto dei combustibili solidi. Contemporaneamente, tra il 1990 ed il 2007, l'energia prodotta attraverso le fonti rinnovabili è aumentata di oltre il 90%, superando la quota proveniente dal petrolio, che invece ha subito una contrazione del 10,5%.

Tab. 3.4. Produzione interna di energia primaria dell'UE (27) – 1990-2007 (Milioni di Tep)

Fonti	1990	% 1990	2007	% 2007	Var % 1990/2007
Combustibili solidi	364,7	39,2	186,7	22,0	-48,8
Petrolio	128,9	13,8	115,4	13,6	-10,5
Gas Naturale	162,4	17,4	167,4	19,7	3,0
Energia Nucleare	202,6	21,8	241,3	28,4	19,1
Rinnovabili*	72,7	7,8	138,8	16,3	90,9
Totale	931,3	100,0	849,6	100,0	-8,8

*Comprende: energia idroelettrica, geotermica, eolica, solare, biomasse e rifiuti

Fonte: elaborazioni proprie su dati Eurostat

Dal momento che il consumo interno lordo di energia primaria dell'UE (27) nel 2007 ha raggiunto i 1.806 milioni di Tep, ne consegue che la produzione interna di energia contribuisce soltanto per il 47% al fabbisogno energetico complessivo, contributo che invece nel 1990 raggiungeva il 54%. Tutto questo si traduce in una forte dipendenza dall'estero per l'approvvigionamento delle fonti primarie di energia, dipendenza che nel 2007 ha raggiunto il 53%. L'ampio divario tra produzione interna e consumo totale, infatti, rende L'UE (27) un importatore netto di energia e, poiché i consumi continuano ad aumentare mentre la produzione interna tende a decrescere, tale caratteristica si va sempre più accentuando. Tuttavia nel 2007 le importazioni nette di energia sono diminuite del 2,2% rispetto all'anno precedente, attestandosi sui 988 milioni di Tep.

Il livello dipendenza energetica dall'estero ovviamente varia a seconda dei singoli stati membri in base alla dotazione di risorse energetiche indigene, nonché alle dimensioni geografiche. Nel complesso le importazioni di energia primaria nel 2007 risultavano costituite per la maggior parte dal petrolio (60%), seguito dal gas (26%) e dai combustibili solidi (14%). Il petrolio prodotto all'interno dell'UE costituisce meno di un quinto di quello che viene consumato internamente, mentre i principali paesi

fornitori risultano essere in prevalenza i Paesi membri dell'OPEC e la Russia, seguiti a distanza da Norvegia e Kazakistan.

Per quanto riguarda il gas, la situazione è leggermente migliore perché la produzione domestica soddisfa circa i due quinti del fabbisogno interno. Le importazioni tuttavia sono meno diversificate rispetto a quelle del petrolio, si hanno essenzialmente quattro grandi fornitori di gas verso l'UE: Russia (42%), Norvegia (24%), Algeria (18%) e Nigeria (5%). La diversificazione delle aree geografiche di importazione risulta comunque abbastanza limitata e, lo è ancora di più se si considera la situazione dei singoli Stati Membri, poiché in molti casi il numero dei fornitori è veramente esiguo. Proprio la dipendenza energetica da uno scarso numero di Paesi costituisce un elemento di criticità per il sistema energetico europeo, nonché una minaccia per la sicurezza degli approvvigionamenti energetici, che invece rappresenta uno dei principali obiettivi della nuova politica energetica dell'Unione Europea.

3.3 – Lo sviluppo della strategia energetica integrata dell'Unione Europea

Come descritto nel paragrafo precedente lo scenario energetico dell'Unione Europea risulta caratterizzato da:

- un forte peso delle fonti fossili all'interno del mix energetico;
- un trend crescente dei consumi energetici a cui corrisponde però una diminuzione della produzione interna di energia;
- da una forte dipendenza dall'estero per gli approvvigionamenti energetici;
- da un elevato livello di emissioni di gas serra imputabile al comparto energetico, con particolare riferimento al settore dei trasporti.

Di fronte a questi elementi di criticità, l'UE ha iniziato, da alcuni anni, ad elaborare una nuova politica energetica, ambientalmente sostenibile, finalizzata a combattere i cambiamenti climatici e a rafforzare la sicurezza energetica e la competitività del proprio sistema economico-energetico. Sebbene uno dei principali obiettivi del processo di integrazione europeo sia stato inizialmente quello di creare un mercato energetico comune (vedi CECA ed Euratom), la tematica energetica non è stata inclusa all'interno dei trattati istitutivi dell'Unione Europea, incluso quello di Maastricht. Di conseguenza la politica energetica dell'UE non dispone di una base giuridica riconosciuta, per questo

motivo, quando, a partire dagli anni novanta, il tema energetico è diventato sempre più rilevante all'interno dell'agenda comunitaria, l'UE ha affrontato il problema sviluppando azioni mirate all'interno di altre politiche comunitarie, quali, quella del mercato comune, quella ambientale, quella della ricerca scientifica e tecnologica.

Già nel 1995 la Commissione Europea predispondeva un Libro Bianco, intitolato "Una politica energetica per l'Unione Europea"³⁰, in cui venivano suggeriti riferimenti e indicazioni per un quadro comune di politica energetica sostenibile, nell'ambito dell'individuazione di tre macro-obiettivi, quali una migliore competitività, la sicurezza degli approvvigionamenti e la protezione dell'ambiente. Proprio la dimensione aziendale, assieme alla tematica dello sviluppo sostenibile, ha assunto una maggiore importanza all'interno della politica energetica comunitaria in seguito al Protocollo di Kyoto sui cambiamenti climatici del 1997.

La variabilità dei prezzi petroliferi osservati negli ultimi decenni ha invece evidenziato i rischi per l'UE derivanti dalla dipendenza energetica dai combustibili fossili, provenienti per la maggior parte da paesi terzi. Nel 2000 la Commissione UE, con il Libro Verde dal titolo "Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico"³¹, ha affrontato in maniera dettagliata il tema della sicurezza energetica. Nel documento programmatico si delinea lo schema di una strategia di lungo periodo tesa a garantire la disponibilità fisica e costante dei prodotti energetici sul mercato, ad un prezzo accessibile a tutti i consumatori, nel rispetto dell'ambiente e nella prospettiva di uno sviluppo sostenibile. Nel 2006 la Commissione ha ripreso il tema della sicurezza energetica, inserendolo in una dimensione più ampia, all'interno del Libro Verde intitolato "Una strategia europea per un'energia sostenibile, competitiva e sicura"³². Il documento, oltre ad aggiornare lo scenario energetico e climatico dell'UE, ribadisce i tre macro-obiettivi precedentemente citati, verso cui deve tendere la politica energetica comunitaria, riconoscendo però un'importanza prioritaria al tema della sostenibilità ambientale, con particolare riferimento alla necessità di ridurre le emissioni di gas serra per contrastare il fenomeno del cambiamento climatico.

In stretta relazione con la sicurezza energetica, il miglioramento dell'efficienza energetica rappresenta un'altra tematica divenuta centrale per la strategia energetica

³⁰ COM (95) 682 def.

³¹ COM (2000) 769 def

³² COM (2006) 105 def

comunitaria. Il potenziale risparmio energetico conseguibile grazie a una maggiore efficienza, oltre a contribuire all'aumento dell'offerta di energia disponibile, costituisce infatti un efficace strumento per la riduzione delle emissioni di gas serra, agendo sia sul versante della produzione che di quello del consumo. Il Libro verde sull'efficienza energetica "Fare di più con meno energia" (COM(2005) 265), elaborato dalla Commissione nel 2005, individua un risparmio energetico potenziale, per i Paesi membri, pari al 20% dei consumi correnti, per i quali auspica un'inversione di tendenza. In seguito alla divulgazione del Libro verde, la Commissione ha poi elaborato un "Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità" (COM(2006) 545), in cui vengono indicate le principali modalità tecniche, politico-economico e sociali necessarie per raggiungere elevati livelli di efficienza energetica in modo tale da ridurre sostanzialmente le emissioni di gas serra. Dal punto di normativo però, il miglioramento dell'efficienza energetica viene tuttora perseguito attraverso provvedimenti caratterizzati da un approccio più settoriale, come dimostrato dalla direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia (Direttiva 91/2002/CE), da quella sulla promozione della cogenerazione (Direttiva 8/2004/CE), da quella sulla progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia (Direttiva 32/2005/CE), da quella sull'efficienza degli usi finali dell'energia (Direttiva 32/2006/CE).

Una svolta decisiva all'interno della strategia integrata dell'UE in materia di energia, clima e ambiente si è avuta nel gennaio 2007, quando la Commissione ha presentato al Consiglio ed al Parlamento Europeo un pacchetto di misure per una nuova politica energetica, basandosi sia sulle indicazioni contenute nei vari documenti programmatici sopra citati che sulla valutazione delle politiche settoriali intraprese negli ultimi anni dall'UE³³. Il pacchetto di misure definisce una serie di obiettivi ambiziosi in relazione alla riduzione delle emissioni di gas serra e al ruolo delle fonti rinnovabili (*vedi oltre*), puntando a creare un vero mercato interno dell'energia, attraverso interventi di liberalizzazione e di sostegno all'innovazione tecnologica eco-sostenibile e al miglioramento dell'efficienza energetica.

- Il pacchetto proposto dalla Commissione è stato poi discusso ed approvato dal Consiglio Europeo nel marzo del 2007³⁴ confermando la linea della strategia

³³ "Una politica energetica per l'Europa" (COM(2007) 1 def)

³⁴ Conclusioni della Presidenza del Consiglio europeo dell'8-9 marzo 2007, Bruxelles, 9 marzo 2007, doc. n.7224/07.

energetica integrata europea, che dovrà integrare l'azione intrapresa a livello comunitario con quella dei singoli paesi membri in modo da consentire il completamento della costruzione di un mercato interno dell'energia ed il passaggio ad un'economia a basse emissioni di carbonio, rafforzandone contemporaneamente la competitività a livello globale. La decisione del consiglio obbliga la nuova politica energetica integrata dell'UE a conseguire entro il 2020 una serie di obiettivi specifici, meglio noti come "principio del 20-20-20", che si prefiggono di:

- ridurre le emissioni di gas ad effetto dell'UE almeno del 20%;
- aumentare l'efficienza energetica in modo da raggiungere una riduzione del 20% nei consumi energetici dell'UE;
- aumentare la quota di energia da fonti rinnovabili fino al 20% del consumo energetico complessivo dell'UE;

Questi obiettivi, senza dubbio molto ambiziosi, risultano strettamente legati tra loro, ad esempio la riduzione delle emissioni di gas serra è correlato al miglioramento dell'efficienza energetica ed all'aumento della quota di energie rinnovabili all'interno del mix energetico complessivo. Tuttavia la decisione del Consiglio Europeo non definisce nel dettaglio i criteri, le modalità e le procedure da seguire per raggiungere gli obiettivi sopra elencati, demandando il compito alla Commissione UE, la quale nel gennaio 2008 ha presentato un pacchetto di proposte di Direttive ispirato al principio del 20-20-20 ed atte a tale scopo. Nel pacchetto sono definiti gli impegni previsti per i singoli Stati membri sulla base di due criteri essenziali: in primo luogo quello della massima efficacia rispetto ai costi in relazione al raggiungimento degli obiettivi gli obiettivi dovrebbero essere raggiunti con la massima efficacia rispetto ai costi; secondariamente lo sforzo richiesto a ciascuno Stato ed ai singoli settori produttivi deve essere equo e proporzionato alle diverse posizioni di partenza.

Nello specifico le proposte hanno riguardato:

- la modifica della direttiva sul sistema comunitario dello scambio delle quote di emissioni e l'estensione dello stesso (COM (2008) 16);
- la ripartizione degli sforzi che gli Stati membri devono sostenere per ridurre le emissioni dei gas ad effetto serra al fine di adempiere agli impegni dell'UE per il 2020 (COM(2008) 17);

- la promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili all'interno dell'UE (COM(2008) 19);
- l'istituzione di un quadro giuridico per lo stoccaggio geologico ambientalmente sicuro di biossido di carbonio (CO₂) con la finalità di contribuire alla lotta contro i cambiamenti climatici (COM(2008) 18)

Soltanto nel dicembre del 2008, dopo un lungo lavoro di mediazione tra i rappresentanti dei diversi Stati Membri, le proposte legislative della Commissione sono state approvate, confermandole nei tratti essenziali, dal Parlamento Europeo ufficializzando il cosiddetto *pacchetto clima-energia*. Le nuove direttive, pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale dell'UE soltanto nel giugno 2009³⁵, per quanto riguarda la riduzione delle emissioni, confermano l'estensione dello schema ETS (modificato) di scambio delle quote di emissione ad altri gas serra e ad un numero maggiore di settori; mentre in relazione allo sviluppo delle fonti di energia rinnovabile stabiliscono obiettivi vincolanti per ogni Stato membro. L'obiettivo del miglioramento dell'efficienza energetica non è invece ancora stato recepito in nessuna nuova direttiva, rimane quindi in vigore quanto previsto dalle direttive sull'efficienza energetica negli usi finali, sul rendimento energetico nell'edilizia e sulla progettazione ecocompatibile, oltre agli impegni non vincolanti del Piano d'azione per l'efficienza energetica del 2006³⁶.

3.4 – Le politiche dell'UE per la promozione delle fonti di energia rinnovabile

Nell'ambito della delineata strategia energetica integrata dell'UE, un ruolo sempre più rilevante è attribuito alle fonti di energia rinnovabili (FER), le quali possono offrire un contributo determinante sia nella lotta ai cambiamenti climatici sia verso la riconversione del sistema energetico in senso sostenibile.

La produzione di energia primaria da fonti rinnovabili all'interno dell'UE (27) nel 2007 è risultata pari a circa 139 milioni di Tep, ovvero il 16% della produzione interna di energia primaria. La quota maggiore di energia primaria da fonti rinnovabili è prodotta attraverso le biomasse legnose (56%), seguono l'energia idroelettrica (19%),

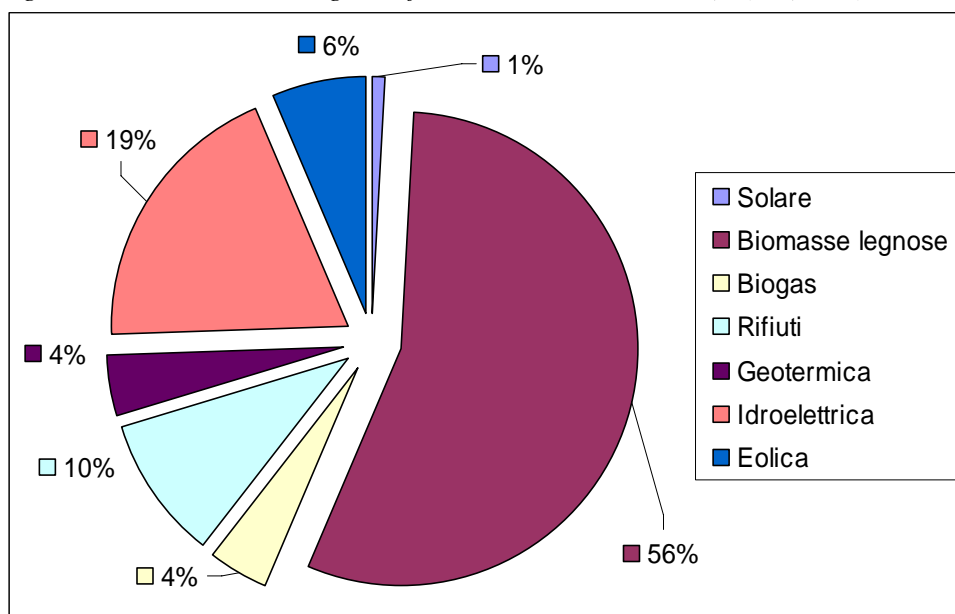
³⁵ Il pacchetto clima-energia è composto dai seguenti atti normativi: Regolamento 443/2009 CE; Direttiva 28/2009 CE; Direttiva 29/2009 CE; Direttiva 2009/30 CE; Direttiva 2009/31 CE; Decisione 406/2009 CE.

³⁶ Allo stesso modo non è stato sviluppato uno schema comune per la diffusione e la creazione di un mercato comunitario dei Titoli di efficienza energetica (certificati bianchi).

l'energia prodotta attraverso la termo-valorizzazione dei rifiuti (10%), quella eolica (6%), quella geotermica (4%), quella da biogas (4%), ed infine l'energia solare pari a soltanto all'1% (Figura 3.5).

Nel corso degli ultimi decenni le azioni intraprese a supporto dello sviluppo delle FER, sia in ambito comunitario che di singoli paesi, hanno cambiato prospettiva. Inizialmente, in seguito alle crisi petrolifere degli anni '70, l'obiettivo principale di tali iniziative era quello di diminuire la dipendenza energetica dal petrolio e dai paesi produttori dello stesso, in modo da migliorare la sicurezza energetica comunitaria.

Fig. 3.5. Produzione di energia da fonti rinnovabili nell'UE (27) – (2007)



Fonte: elaborazione propria su dati Eurostat

Successivamente l'attenzione si è spostata sull'aspetto ambientale delle FER, specialmente in seguito all'inserimento del tema della protezione dell'ambiente tra gli obiettivi prioritari dell'UE ed al riconoscimento dello stretto legame che intercorre tra i problemi energetici e quelli ambientali. E' proprio questo l'approccio seguito dai numerosi interventi programmatici e normativi realizzati dall'UE per la promozione delle FER a partire dagli anni '90, come nel caso del Libro Verde "Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili" (COM(96) 576) adottato dalla Commissione europea nel 1996. All'interno di tale documento venivano evidenziati gli ostacoli allo sviluppo delle FER sottolineandone i potenziali vantaggi in termini di protezione ambientale,

sicurezza energetica, competitività ed opportunità occupazionali. Il libro Verde proponeva anche di raddoppiare il contributo delle FER al consumo interno lordo di energia dell'UE, portandolo a circa il 12% entro il 2010.

L'ampio dibattito pubblico sul tema delle FER, scaturito in seguito alla pubblicazione del Libro Verde, portò, nel 1997, alla pubblicazione, da parte della Commissione UE, del Libro Bianco "Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili" (COM(97) 599). Il nuovo documento ribadiva i vantaggi legati allo sviluppo delle FER confermando l'obiettivo di raggiungere entro il 2010 un tasso di penetrazioni delle FER del 12%. Negli anni seguenti, per attuare quanto previsto nel Libro Bianco, sono stati adottati una serie di provvedimenti in ambito UE sia per la promozione delle FER sia per il miglioramento dell'efficienza energetica³⁷.

Particolare rilievo ha assunto la Direttiva 77/2001/CE sulla promozione dell'elettricità da fonti rinnovabili avvenuta nel settembre del 2001, la quale ha previsto di innalzare al 22,1% la quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili sul consumo totale di elettricità nell'UE entro il 2010. Per raggiungere tale livello, la direttiva ha definito degli obiettivi indicativi differenziati per i singoli Stati membri, ai quali è stata lasciata la facoltà di scegliere gli strumenti e le misure a sostegno delle FER più adatti alla propria situazione interna. La direttiva non ha infatti istituito un quadro comunitario armonizzato per i regimi di sostegno, tuttavia gli Stati membri sono tenuti, tra l'altro, a garantire l'origine dell'elettricità prodotta da FER e a ridurre ogni ostacolo normativo o di altro tipo alla diffusione della stessa, anche attraverso il ricorso a strumenti quali gli aiuti agli investimenti, le esenzioni e gli sgravi fiscali, i regimi a sostegno dei prezzi e i certificati verdi.

In seguito all'adozione della Direttiva 77/2001/CE, per incentivare la produzione di energia elettrica da FER, molti Paesi membri hanno introdotto un meccanismo di mercato che introduce l'obbligo, per i produttori e gli importatori di energia elettrica prodotta da fonti non rinnovabili, di immettere sul mercato una determinata quota di

³⁷ Direttiva 2001/77/CE sulla promozione dell'elettricità da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'energia elettrica; Direttiva 2003/30/CE sulla promozione dell'uso dei biocarburanti ed altri carburanti di tipo rinnovabile nei trasporti; Direttiva 2002/91/CE, sulle performance energetiche degli edifici; Direttiva 2004/8/CE, sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia; Libro Verde sull'efficienza energetica "Fare di più con meno energia" (COM(2005) 265); Direttiva 2005/32/CE per la creazione di un quadro sull'ecodesign delle apparecchiature utilizzanti energia (Energy Using Products); Direttiva 2006/32/CE, sull'efficienza degli usi finali dell'energia e dei servizi energetici.

energia elettrica prodotta da impianti alimentati a fonti rinnovabili. Produttori ed importatori possono soddisfare tale adempimento direttamente, immettendo in rete elettricità prodotta da FER, oppure attraverso l'acquisto di speciali titoli, chiamati certificati verdi (CV), comprovanti la produzione di una determinata quota di energia elettrica da FER. Alla produzione di energia elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili viene infatti associato il diritto di emettere i certificati verdi, i quali possono essere venduti e acquistati su un apposito mercato. La compravendita dei certificati verdi permette dunque agli operatori del mercato elettrico di scambiare quote di energia elettrica prodotta da FER incentivandone la diffusione.

In maniera simile ai certificati verdi, anche i certificati RECS (Renewable Energy Certificate System) attestano l'impiego delle fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica di uno specifico impianto per un quantitativo minimo di energia prodotta. I certificati RECS sono titoli richiesti su base volontaria e possono essere scambiati, in ambito nazionale ed internazionale, separatamente dall'energia sottostante certificata. Il sistema dei RECS è nato nel 2000 da un progetto volontario, finanziato dall'Unione Europea, volto a favorire lo sviluppo di un protocollo di certificazione comune per lo scambio internazionale di Green Certificates a fronte di una crescente sensibilità ambientale da parte dei consumatori di energia elettrica. L'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili non può essere riconosciuta al contempo dal sistema dei certificati verdi e da quello dei RECS, per cui gli operatori del mercato elettrico devono scegliere a quale dei due meccanismi fare riferimento.

Nonostante che negli ultimi anni la diffusione delle fonti di energia rinnovabile abbia fatto registrare dei significativi progressi, difficilmente potrà essere conseguito l'obiettivo indicato nel 1997 dal Libro Bianco (12% di FER sul consumo interno lordo dell'UE entro il 2010). Per questo motivo la Commissione europea, nel documento *“Tabella di marcia per le energie rinnovabili. Le energie rinnovabili nel 21° secolo: costruire un futuro più sostenibile”* (COM(2006) 848), ha giudicato tale obiettivo valido dal punto di vista politico, ma nel complesso insufficiente a promuovere lo sviluppo del settore delle energie rinnovabili. In particolare è proprio in questo documento che la Commissione ha proposto ed auspicato un obiettivo generale giuridicamente vincolante per l'UE di una quota del 20% di fonti energetiche rinnovabili nel consumo interno lordo entro il 2020. Obiettivo che costituisce un pilastro nel

principio del 20-20-20 e che, come già ricordato sopra, è stato incluso nel pacchetto di misure approvato dal Parlamento europeo nel dicembre 2008. Il conseguimento di un simile risultato necessita però di un quadro politico stabile a livello comunitario e di una maggiore attenzione verso quei settori in cui fino ad oggi i progressi sono stati più contenuti.

3.5 – Le politiche dell’UE per la promozione delle bioenergie

Nell’ambito della strategia energetica integrata perseguita dall’UE, tra le misure di politica energetica volte alla promozione delle fonti di energia rinnovabile, sono state intraprese una serie di azioni specifiche volte a favorire lo sviluppo delle bioenergie. Sono numerosi i documenti comunitari, sia a carattere programmatico che normativo, che testimoniano l’impegno dell’Unione Europea a favore della diffusione dell’energia (rinnovabile) prodotta a partire dalla biomassa.

La bioenergia ricopre un ruolo significativo tra le varie fonti di energia rinnovabile ed insieme ad esse è tenuta a concorrere al contrasto dei cambiamenti climatici e contribuire alla strategia comunitaria di diversificazione dell’approvvigionamento energetico. Tuttavia è opportuno ricordare che, in un’ottica di agricoltura multifunzionale, la bioenergia rappresenta anche un’opportunità per diversificare le attività tradizionali (e le relative fonti di reddito) del settore agricolo e forestale. Al contempo la valorizzazione energetica della biomassa può facilitare la creazione di nuovi posti di lavoro e la diffusione di nuove tecnologie nelle aree rurali, contribuendo così ad uno sviluppo rurale sostenibile.

Pur di fronte all’obiettivo comune di ottenere un aumento dell’energia rinnovabile prodotta a partire dalla biomassa, le motivazioni alla base delle politiche di promozione delle bioenergie possono dunque essere di diversa natura. In alcuni casi tende a prevalere l’interesse per gli aspetti energetico-ambientali (sicurezza, dipendenza, diversificazione delle fonti, lotta cambiamenti climatici, etc.), mentre in altri quello per la dimensione agricolo-rurale (nuove opportunità per il settore primario, diversificazione delle fonti di reddito, ricadute occupazionali per le aree rurali, etc.). In maniera simile gli strumenti previsti per facilitare la diffusione dei bio-combustibili, siano essi solidi, liquidi o gassosi, possono variare a seconda del diverso impiego finale

nella produzione di energia elettrica e/o termica o nel settore dei trasporti (biocarburanti)³⁸. In ambito comunitario le principali azioni intraprese negli ultimi anni per lo sviluppo delle bioenergie sono state indirizzate da un lato verso la diffusione dei biocarburanti nel settore dei trasporti e da un altro verso la produzione di calore ed elettricità. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto le bioenergie, rientrando a pieno titolo tra le FER, sono state ampiamente interessate dalla citata Direttiva 77/2001/CE sulla promozione dell'elettricità da fonti rinnovabili. Con l'adozione della Direttiva 30/2003/CE³⁹ l'Unione Europea ha invece incoraggiato la produzione e l'utilizzo dei biocarburanti nel settore dei trasporti. A tal fine la direttiva ha invitato gli Stati membri ad immettere sui rispettivi mercati un quantitativo minimo di biocarburanti pari al 2%, calcolato sulla base del tenore energetico, del totale dei carburanti di origine fossili impiegati nel trasporto entro il 2005, percentuale destinata ad aumentare progressivamente fino a raggiungere il 5,75% entro la fine del 2010.

Alla luce della forte incidenza del settore dei trasporti sul totale dei consumi finali di energia, l'UE ha ritenuto che una maggiore diffusione dei biocarburanti potesse contribuire a far diminuire l'utilizzo e di conseguenza l'impatto ambientale dei carburanti tradizionali (diesel e benzina). La direttiva 30/2003/CE ha quindi attribuito ai biocarburanti un ruolo significativo all'interno della politica energetica integrata comunitaria, sia sotto il profilo ambientale che in un'ottica di riduzione della dipendenza dal petrolio. Tuttavia, nonostante gli strumenti messi a disposizione dall'UE per facilitare la penetrazione del mercato, la maggioranza degli Stati membri non è riuscita a raggiungere l'obiettivo (indicativo e non giuridicamente vincolante) di diffusione dei biocarburanti previsto per il 2005.

Oltre alla direttiva sopra menzionata, un altro provvedimento legislativo emanato a livello comunitario ha interessato il settore delle bioenergie nel 2003. Trattasi della Direttiva 96/2003/CE⁴⁰ che, disciplinando con nuove regole il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità, ha consentito agli Stati membri di applicare regimi fiscali agevolati ai biocarburanti e all'elettricità generata dalla

³⁸ Ribadiamo che per bio-combustibili si intendono i combustibili ottenuti dalla biomassa tramite apposite tecniche di lavorazione o di conversione.

³⁹ Direttiva 30/2003 CE sulla "Promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti".

⁴⁰ Direttiva 96/2003 CE "Che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità" (articoli 15 e 16).

biomassa o da prodotti ottenuti dalla biomassa. La finalità delle agevolazioni, che costituiscono comunque aiuti di stato e quindi necessitano dell'autorizzazione della Commissione UE, è quello di rendere la bioenergia, nelle sue varie applicazioni, più competitiva sul mercato alla luce dei maggiori costi di produzione sostenuti rispetto ai combustibili fossili. Nel 2005 la Commissione Europea ha presentato un documento programmatico dal titolo "Piano d'azione per la biomassa" (COM (2005) 628), che costituisce un primo tentativo di coordinare le diverse iniziative comunitarie intraprese a favore delle bioenergie. Nel Piano sono state definite una serie di misure tese ad intensificare la produzione di energia ricavata dalla biomassa, proveniente sia dalle attività agricole e forestali che dai rifiuti, accompagnate da misure trasversali concernenti l'approvvigionamento, il finanziamento e la ricerca nel settore delle biomasse. Tali misure, attraverso la creazione di incentivi basati sui meccanismi di mercato e l'abbattimento delle barriere che ne ostacolano lo sviluppo, dovrebbero favorire l'impiego della biomassa per il riscaldamento, per la produzione di elettricità e per i trasporti. Secondo le valutazioni riportate nel documento, la quota del fabbisogno energetico comunitario ricoperta dalle bioenergie potrebbe essere raddoppiata entro il 2010, mantenendo la produzione sostenibile sotto il profilo ambientale e stimolando l'attività economica nelle aree rurali senza alterarne in maniera significativa la produzione alimentare. Inoltre nel Piano viene ribadito come il maggior ricorso alla biomassa potrebbe arrecare benefici in termini di diversificazione dell'offerta energetica europea, riduzione sia della dipendenza dai combustibili fossili che delle emissioni di gas serra, nonché positive ricadute occupazionali.

Il tema specifico dei biocarburanti è stato ripreso nel corso del 2006 da parte della Commissione Europea attraverso la pubblicazione di due appositi documenti programmatici. Nel primo, intitolato "Strategia dell'UE per i biocarburanti" (COM (2006) 34), viene ribadita la volontà dell'UE di favorire una maggiore espansione dei biocarburanti, promuovendone sia la produzione che l'utilizzo. Il documento va ad integrare il Piano d'azione per la biomassa con l'intento di rafforzare la diffusione dei biocarburanti ponendo le basi per un loro utilizzo su vasta scala nel rispetto della sostenibilità ambientale, anche attraverso la cooperazione con i Paesi in via di sviluppo. Ai fini del raggiungimento degli obiettivi della nuova strategia comunitaria per i biocarburanti, la Commissione ha individuato sette direttrici politiche nell'ambito delle

quali sono state raggruppate le misure da intraprendere in modo tale da: incentivare la produzione e l'utilizzo dei biocarburanti; sfruttarne i vantaggi ambientali; svilupparne la produzione e la distribuzione; ampliare le forniture di materie prime; potenziare le opportunità commerciali; sostenere i paesi in via di sviluppo; promuovere la ricerca e l'innovazione.

Il secondo documento relativo ai biocarburanti presentato dalla Commissione nel 2006, dal titolo "Relazione sull'uso dei biocarburanti" (COM(2006) 845), ha invece descritto lo stato di attuazione degli obiettivi di espansione dei biocarburanti all'interno dell'UE, sulla base di quanto previsto dalla direttiva 30/2003/CE. La relazione ha evidenziato come al 2005, soltanto 17 Stati membri su 25 abbiano utilizzato biocarburanti per una quota complessiva di mercato stimabile in circa l'1% del totale dei carburanti dell'UE. Il dato, pur rappresentando un incremento rispetto al recente passato, anche se non omogeneo tra i diversi Stati membri, è risultato quindi lontano dall'obiettivo indicativo del 2% posto come riferimento per il 2005 dalla citata direttiva. Sulla base di questi scarsi progressi la relazione ritiene perciò improbabile il raggiungimento dell'obiettivo di diffusione dei biocarburanti previsto per il 2010 (5,75%). Per questo motivo ed anche alla luce del nuovo obiettivo (10%) proposto dalla Tabella di marcia per le energie rinnovabili per il 2020, la Commissione, nelle conclusioni del rapporto, ha indicato come necessaria una revisione della direttiva 30/2003/CE in modo da definire un più efficace quadro normativo comunitario per la diffusione dei biocarburanti. A tal proposito la Commissione suggerisce una serie di azioni da intraprendere, tra cui l'aumento dell'obbligo di miscelazione dei biocarburanti, lo sviluppo dei biocarburanti di seconda generazione, la predisposizione di standard ambientali relativi alla produzione di biocarburanti.

Con il nuovo quadro normativo delineatosi in seguito all'approvazione del citato *Pacchetto clima-energia*, le bioenergie sono entrate definitivamente a fare parte della strategia energetica integrata dell'Unione Europea. Ricordiamo brevemente che il percorso che ha condotto a tale risultato è iniziato nel gennaio 2007, quando la Commissione UE ha proposto un pacchetto di misure per una nuova politica energetica comunitaria al Consiglio ed al Parlamento Europeo. Le proposte della Commissione sono state successivamente discusse ed approvate dal Consiglio Europeo nel marzo del 2007, durante il quale sono stati definiti gli obiettivi da raggiungere entro il 2020 in

materia di sviluppo delle energie rinnovabili, riduzione delle emissioni di gas serra, miglioramento dell'efficienza energetica (principio del 20-20-20). I criteri, le modalità e le procedure necessarie per conseguire tali obiettivi sono stati elaborati dalla Commissione e presentati, nel gennaio 2008, all'interno di un pacchetto di proposte legislative le quali sono state approvate e confermate nei tratti essenziali, dal Parlamento Europeo nel dicembre 2008. La definitiva ufficializzazione del *pacchetto clima-energia* è però avvenuta nel giugno 2009 con la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale dell'UE dei seguenti atti normativi:

- Direttiva 28/2009/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;
- Direttiva 29/2009/CE che riorganizza il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra;
- Direttiva 30/2009/CE sulle specifiche dei carburanti;
- Direttiva 31/2009/CE relativa allo stoccaggio geologico di biossido di carbonio;
- Regolamento 443/2009/CE sui livelli di prestazione in materia di emissioni delle autovetture nuove;
- Decisione 406/2009/CE concernente gli sforzi degli Stati membri per ridurre le emissioni dei gas a effetto serra alla luce degli obiettivi previsti per il 2020.

Proprio la Direttiva 28/2009/CE ha attribuito un ruolo molto importante alle fonti di energia rinnovabili e con esse alle bioenergie, modificando ed abrogando progressivamente la direttiva 77/2001/CE e la direttiva 30/2003/CE. I principali elementi contenuti nella Direttiva 28/2009/CE sono efficacemente sintetizzati nell'articolo 1, ove si afferma che la direttiva *“stabilisce un quadro comune per la promozione dell'energia da fonti rinnovabili. Fissa obiettivi nazionali obbligatori per la quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e per la quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti. Detta norme relative ai trasferimenti statistici tra gli Stati membri, ai progetti comuni tra gli Stati membri e con i paesi terzi, alle garanzie di origine, alle procedure amministrative, all'informazione e alla formazione nonché all'accesso alla rete elettrica per l'energia da fonti rinnovabili. Fissa criteri di sostenibilità per i biocarburanti e i bioliquidi”*.

L'obiettivo principale della Direttiva è quello di fare in modo che all'interno dell'Unione Europea venga raggiunta, nel 2020, una quota di energia da fonti

rinnovabili pari ad almeno il 20% del consumo interno lordo di energia⁴¹. A tal fine la Direttiva, che non tratta assolutamente delle varie tecnologie di produzione di energia da fonti rinnovabili, ha attribuito a ciascuno Stato membro un proprio obiettivo, tenendo conto delle differenze che intercorrono tra i diversi Paesi in relazione al rispettivo mix energetico, alla situazione economica ed alla possibilità di sviluppo delle fonti di energia rinnovabile. La metodologia utilizzata per definire gli obiettivi nazionali, ponderati anche in base del livello del PIL, ha assegnato all'Italia una quota del 17%.

La direttiva non definisce però in quale misura i settori dei trasporti, dell'elettricità, del riscaldamento e del raffreddamento debbano contribuire al raggiungimento degli obiettivi nazionali per il 2020, lasciando ai singoli Stati membri il compito di stabilirlo attraverso l'adozione dei Piani di azione nazionale per l'energia da fonti rinnovabili. In questo modo gli Stati membri sono costretti a riflettere sui sotto settori, già citati, permettendo loro di identificare le aree e le varie energie più idonee per raggiungere in un modo economico il proprio obiettivo nazionale. A tal fine la Commissione europea, con la decisione C(2009) 5174 del giugno 2009, ha predisposto un modello per la redazione dei piani di azione nazionali a cui gli Stati membri sono tenuti a conformarsi⁴².

Il modello elaborato dalla Commissione risulta molto dettagliato, agli Stati membri è infatti richiesto di definire con precisione i propri obiettivi per ogni anno e per ogni sotto settore, dal 2010 al 2020. Allo stesso tempo i singoli Piani dovranno fornire informazioni particolareggiate in relazione ai regimi di sostegno utilizzati, alle procedure amministrative, nonché ai vari strumenti di supporto predisposti per il raggiungimento degli obiettivi nazionali. Inoltre gli Stati membri devono illustrare le norme nazionali, regionali e locali in vigore in materia di procedure di autorizzazione, di certificazione e di concessione di licenze applicate agli impianti e alle connesse infrastrutture della rete di trasmissione e distribuzione per la produzione di elettricità, riscaldamento e raffreddamento da fonti rinnovabili nonché al processo di trasformazione della biomassa in biocarburanti o altri prodotti energetici. Nel caso in cui si rendessero necessari ulteriori provvedimenti per adeguare tali procedure, gli Stati

⁴¹ La qualifica di fonte di energia rinnovabile deve essere garantita agli utilizzatori nell'ambito di un sistema di certificazione alla fonte.

⁴² L'utilizzo di un modello standardizzato per l'elaborazione dei Piani permetterà alla Commissione di paragonare i vari piani tra loro consentendone la valutazione della loro messa in opera.

membri sono tenuti a descrivere le revisioni che prevedono di mettere in atto, i risultati attesi e l'autorità incaricata di procedere a tali revisioni⁴³. All'interno dei Piani è poi previsto un apposito spazio per la descrizione delle campagne e dei programmi di sensibilizzazione, in corso e futuri, volti a garantire un'adeguata informazione ai consumatori.

La Direttiva 28/2009/CE impone inoltre ad ogni Stato membro di assicurare che la propria quota di energia da fonti rinnovabili impiegata in tutte le forme di trasporto nel 2020 sia almeno pari al 10% del consumo finale di energia nel settore dei trasporti (nazionale). Questo obiettivo potrà essere soddisfatto in gran parte attraverso il ricorso ai biocarburanti, tuttavia, rispetto alla proposta iniziale della Commissione, che faceva riferimento ad un obiettivo minimo obbligatorio di incorporazione del 10% di biocarburanti nel settore dei trasporti, la direttiva ha allargato il campo anche ad altri prodotti e materiali ottenuti da energia rinnovabile⁴⁴. Proprio i biocarburanti ed i dubbi circa la loro sostenibilità ambientale sono stati al centro di un acceso dibattito durante le fasi di negoziato. Il problema è stato affrontato dalla direttiva attraverso una serie di rigorosi criteri, definiti dall'art. 17, volti a misurare e a garantire la sostenibilità dei biocarburanti, in modo tale da mantenere un sostanziale equilibrio tra la produzione di biomasse e la tutela dell'ambiente.

In particolare i biocarburanti (utilizzati quali combustibili nell'autotrazione) e i bioliquidi (impiegati, tra l'altro, per la produzione di elettricità e di calore), per poter concorrere agli obiettivi nazionali in materia di energia rinnovabile e per potere beneficiare degli eventuali sostegni previsti per la loro produzione, devono conformarsi a quanto previsto dalla direttiva. Ad esempio ai sensi della nuova normativa la riduzione delle emissioni dei gas ad effetto serra derivante dalla produzione ed impiego dei biocarburanti e bioliquidi dovrà passare dal 35% di oggi, al 50% entro il 2017, e al 60% negli anni successivi. Inoltre, ai fini del raggiungimento dell'obiettivo del 10%, non saranno considerati, né tantomeno potranno beneficiare di misure di sostegno, i

⁴³ Gli Stati membri dovranno presentare alla Commissione i propri Piani di azione nazionale per l'energia da fonti rinnovabili entro il 30 giugno 2010. Ai fini della stesura dei Piani ai governi nazionali è concessa la possibilità di avvalersi del supporto delle associazioni nazionali promotrici delle diverse forme di energie da fonti rinnovabili.

⁴⁴ Ad esempio potranno concorrere all'obiettivo anche quei mezzi di trasporto, come le auto elettriche, alimentati con energia elettrica ottenuta attraverso l'impiego di fonti rinnovabili. Da notare che i biocarburanti di seconda generazione valgono il doppio per il raggiungimento dell'obiettivo del 10% di energie rinnovabile nel settore dei trasporti (art.21.2), ma sono contabilizzati una sola volta per quanto riguarda l'obiettivo complessivo del 20%.

biocarburanti ottenuti da materie prime prodotte su terreni che hanno un elevato valore di biodiversità come le foreste primarie, aree precedentemente forestate, terreni erbosi naturali, torbiere, zone umide, etc. Sarà invece sostenuta la produzione di biocarburanti nei casi in cui la pratica agricola induca una riduzione importante delle emissioni, grazie anche all'accumulo del carbonio nel suolo, privilegiando, inoltre, la produzione di biocarburanti su terreni degradati o non destinati alla produzione agricola. Queste misure a tutela della natura del suolo e della biodiversità si caratterizzano per una dimensione internazionale, in quanto si applicano anche ai biocarburanti prodotti in terreni al di fuori del territorio dell'UE. La direttiva considera anche l'ipotesi, attualmente al vaglio della Commissione, di elaborare una serie di criteri di sostenibilità per tutte le biomasse destinate alla produzione di energia oltre a quanto già previsto per i biocarburanti.

Rimanendo in materia di biocarburanti, vi sono alcuni aspetti di carattere tecnico che non sono stati definiti in maniera adeguata dalla direttiva. In particolare non sono stati specificati i criteri per determinare, anche dal punto di vista geografico, i terreni erbosi naturali ad elevata biodiversità e le zone umide, i quali, se destinati alla produzione di biocarburanti, non possono usufruire dei benefici previsti dalla direttiva. Allo stesso modo la direttiva non ha definito in maniera esaustiva i valori tipici e gli standard dei biocarburanti per il calcolo dell'impatto dei gas serra da essi generato. Sono state considerate solo alcune delle possibili filiere di produzione dei biocarburanti, i cui valori tipici potrebbero essere anche rivisti sulla di nuovi elementi scientifici.

Sul versante dei criteri di sostenibilità dei biocarburanti si pone invece un altro problema. Spetta infatti agli Stati membri l'onere di verificare il rispetto dei criteri previsti dalla direttiva, questo porterebbe alla creazione di 27 diversi sistemi di controllo all'interno della UE. Per questo motivo la direttiva invita la Commissione a valutare la possibilità di istituire un unico sistema di verifica per tutti gli Stati membri. Anche gli aspetti etici e sociali legati alla produzione dei biocarburanti, pur essendo dovutamente presi in considerazione dalla direttiva, non risultano sufficientemente dettagliati per poterne verificare la dovuta applicazione.

Di fronte a queste lacune la Commissione si è già attivata per trovare una soluzione, anche attraverso l'istituzione di un apposito Comitato sulla sostenibilità dei biocarburanti e dei bioliquidi. La strada da percorrere per giungere alla piena attuazione

della direttiva è infatti ancora lunga. Gli Stati membri avranno un notevole e rilevante lavoro da compiere per dimostrare come e quando raggiungere il proprio obiettivo. Al contempo gli aspetti relativi alla sostenibilità dei biocarburanti, ma forse anche delle biomasse in generale, nonostante quanto riportato dal testo della direttiva, saranno oggetto di future e complesse negoziazioni.

Nel nuovo scenario che si delinea con la piena attuazione della direttiva 28/2009/CE, un ruolo molto importante sarà ricoperto dalle biomasse, le quali potranno trovare applicazione sia nella produzione di energia elettrica e termica che nel settore dei trasporti sotto forma di biocarburanti. Di conseguenza sempre più interessanti dovrebbero essere le possibilità di investimento per il settore agricolo e forestale, che ricordiamo essere il principale produttore/fornitore di biomassa. Nel paragrafo successivo sarà approfondito proprio il ruolo che la nuova politica agricola comunitaria (PAC) dovrà svolgere ai fini dello sviluppo del settore delle bioenergie.

3.6 – La Politica Agricola Comunitaria e le bioenergie

Fin dagli anni '90 la PAC ha iniziato ad interessarsi alle cosiddette coltivazioni *non food*, ovvero non destinate ad usi alimentari o zootecnici, il cui scopo è invece quello di fornire materie prime agricole da utilizzarsi in campo industriale, chimico ed energetico. In particolare, risale al 1990⁴⁵ la prima misura della PAC che ha previsto la possibilità di introdurre all'interno degli ordinamenti colturali le coltivazioni non food, comprese quelle destinate alla produzione di biomasse per fini energetici, dette anche *coltivazioni energetiche* o *dedicate*. Tale facoltà era però limitata alle superfici ritirate dalla produzione (*set-aside*) e prevedeva l'obbligo di sottoscrizione di un contratto di produzione tra il coltivatore ed il primo trasformatore o collettore⁴⁶.

Le prime iniziative della PAC a favore delle coltivazioni energetiche non avevano alcun legame con gli obiettivi perseguiti dalla politica energetica comunitaria, ma piuttosto rientravano in una più ampia strategia di contenimento dell'offerta agricola, volta a limitare la formazione di eccedenze produttive. L'interesse nei confronti delle

⁴⁵ Regolamento 2176/1990 CE.

⁴⁶ L'obbligo di non coltivare una parte delle superfici aziendali destinate a seminativi – il *set-aside* – fu introdotto, dopo un periodo sperimentale, nel 1992 dalla riforma Mac Sharry della PAC al fine di limitare le produzioni ai tempi eccedentarie.

bioenergie è però mutato, intensificandosi, in seguito ai vari processi di riforma a cui la PAC è stata sottoposta nel corso dell'ultimo ventennio. In particolare la progressiva affermazione nel contesto europeo di un modello di agricoltura multifunzionale ha permesso di ampliare i ruoli e le funzioni svolti dal settore primario, andando oltre la tradizionale fornitura di prodotti agricoli.

Attraverso il concetto di multifunzionalità è stata riconosciuta la capacità del settore primario di svolgere funzioni di diversa natura, come quelle turistico-ricreative, sociali, educative, ambientali ed energetiche. Infatti, anche se la produzione di beni alimentari, caratterizzata da una sempre maggiore attenzione per la qualità dei prodotti e la sicurezza alimentare, è rimasta la principale funzione dell'agricoltura, l'inserimento di nuove attività, così come la diversificazione e/o la re-interpretazione di quelle tradizionali, ha consentito alle aziende agricole di offrire nuovi servizi e/o prodotti. In alcuni casi le attività connesse a queste nuove funzioni trovano uno sbocco sul mercato, riuscendo così ad integrare il tradizionale reddito agrario, in tal senso un esempio concreto è offerto dall'agriturismo. In altre situazioni invece i servizi svolti dalle aziende agricole producono esternalità positive per la collettività, ma essendo riconducibili a beni pubblici, non sono remunerabili dal mercato (si pensi alle funzioni di tutela ambientale, del paesaggio o della biodiversità). Proprio quest'ultimo aspetto della multifunzionalità dell'agricoltura è stato interpretato come un nuovo elemento di giustificazione dell'ampio sostegno finanziario pubblico concesso al settore primario attraverso la PAC.

In questo contesto di agricoltura multifunzionale si inserisce lo sviluppo delle fonti rinnovabili di origine agricola e forestale, sia sul lato della produzione della biomassa energetica che su quello della vendita – eventuale - dell'energia con essa prodotta. A sua volta la bioenergia, da un lato, si inserisce tra le funzioni a carattere ambientale svolte dal settore primario, contribuendo sia alla lotta ai cambiamenti climatici che alla sicurezza energetica, e da un altro offre una possibilità per diversificare le attività ed integrare il reddito delle aziende agricole.

Sono queste le principali motivazioni che hanno portato alla graduale inclusione della bioenergia tra i tematismi della politica agricola comunitaria. Tuttavia le misure attuate per lo sviluppo del comparto, sia nell'ambito del cosiddetto I pilastro della PAC (interventi sui mercati agricoli) che del II pilastro (sostegno allo sviluppo delle aree

rurali), non sono sempre riuscite a mettere in evidenza nel modo adeguato la complementarità e la sinergia tra la politica agricola e quella energetica, se non negli anni più recenti. Ciò a differenza dell'oramai riconosciuta interconnessione tra gli obiettivi della PAC e quelli della politica ambientale, in grado di influenzare la stessa impostazione degli strumenti a sostegno del settore primario.

Nonostante il crescente interesse per la tematica, i primi incentivi a favore della bioenergia sono stati introdotti soltanto con la revisione di medio termine (Mid Term Review - MTR) della PAC del 2003 tramite l'istituzione di un regime speciale di aiuto di 45 €/ha per le colture energetiche. Fino ad allora, infatti, gli agricoltori che decidevano di utilizzare per fini energetici i terreni ritirati dalla produzione non beneficiavano di alcun aiuto specifico al di là dell'indennità corrisposta per l'applicazione del set-aside obbligatorio. Le nuove misure a favore delle colture energetiche si sono inserite però all'interno del profondo disegno di revisione dell'intera PAC perpetrato dalla cosiddetta riforma Fischler, dal nome dell'allora Commissario europeo per l'Agricoltura. In particolare tale riforma, motivata da pressioni internazionali (riduzione degli aiuti al settore agricolo richiesta a più voci in sede WTO) e interne (vincoli di bilancio, necessità di reperire maggiori risorse per l'allargamento verso i paesi dell'est Europa, privilegiare gli interventi strutturali, orientare gli agricoltori al mercato, etc.), ha introdotto il regime del pagamento unico aziendale (PUA), noto anche come disaccoppiamento.

Il nuovo regime, disciplinato dal Regolamento 1782/2003/CE e successive modifiche, ha *disaccoppiato* il pagamento degli aiuti comunitari dalla produzione di ogni azienda agricola. In pratica a partire dal 2005 (per l'Italia) le erogazioni concesse al settore primario nel quadro di diverse organizzazioni comuni di mercato (OCM), non si basano più sulle quantità prodotte e/o sul tipo di coltura praticata, ma sono state unificate in un unico pagamento. Il PUA viene calcolato dividendo l'importo complessivo degli aiuti percepiti nel triennio 2000-2002 per il numero di ettari aziendali: in questo modo ad ogni ettaro viene associato un *diritto* all'aiuto disaccoppiato dalla produzione teorica od effettiva. I diritti a loro volta possono essere *ordinari*, se associati ai terreni in produzione, o *da ritiro* se associati ai terreni ritirati dalla produzione in base alla normativa sul set aside.

Lo stanziamento del PUA è condizionato al rispetto della normativa in materia di salvaguardia ambientale, sicurezza alimentare, sanità animale e vegetale e protezione degli animali, come pure all'obbligo di mantenere i terreni in buone condizioni agronomiche ed ecologiche (la cosiddetta "condizionalità" o Cross Compliance). La riforma ha introdotto anche una serie di misure finalizzate al potenziamento della politica di sviluppo rurale, dotata di maggiori risorse grazie anche alla riduzione degli aiuti diretti (modulazione), nonché nuove misure a favore dell'ambiente, della qualità e del benessere animale.

Per quanto riguarda il regime di aiuto specifico per le colture energetiche, il Regolamento 1782/2003/CE ha riservato la possibilità di usufruire dell'incentivo di 45 €/ha ai soli terreni associati a diritti ordinari, per una superficie massima a livello comunitario di 2 milioni di ettari, il cui eventuale superamento comportava una decurtazione dell'aiuto in proporzione allo splafonamento. La riforma ha anche confermato la possibilità di utilizzare le superfici ritirate dalla produzione, associate quindi a diritti di ritiro, per fini non alimentari, inclusi quelli energetici, senza però prevedere alcun tipo di aiuto specifico. In entrambi i casi però, secondo quanto disposto dal Regolamento 1973/2004/CE, vige l'obbligo della sottoscrizione di un contratto di coltivazione tra il coltivatore ed il primo trasformatore, al fine di dimostrare la finalità energetica della materia prima prodotta ed evitare fenomeni speculativi. L'agricoltore è infatti tenuto a consegnare tutta la materia prima raccolta al primo trasformatore, il quale deve garantire che un quantitativo equivalente di tale materia prima venga utilizzato nella Comunità per la fabbricazione di uno o più prodotti energetici. In deroga gli imprenditori agricoli, previa autorizzazione dei rispettivi Stati membri, possono impiegare le materie prime raccolte all'interno della propria azienda per finalità di auto-consumo energetico, attraverso la produzione di combustibili da riscaldamento, di energia, di biocarburanti e di biogas. In quest'ultimo caso l'obbligo del contratto di coltivazione è sostituito da una dichiarazione di utilizzazione delle coltivazioni energetiche effettuate.

Il citato Regolamento 1973/2004/CE ha anche stabilito che le colture energetiche debbano rispettare il *principio di valorizzazione*, in base al quale il valore economico dei prodotti energetici ottenuti dalla trasformazione delle materie prime agricole deve risultare superiore al valore di tutti gli altri prodotti o sottoprodotti destinati ad altri usi,

ottenuti dalla stessa trasformazione. Il successivo Regolamento 270/2007/CE ha però introdotto un'eccezione al rispetto di tale principio in favore della soia che, a causa della bassa resa in olio (circa 18%), risultava di fatto esclusa dalla destinazione energetica dal momento che il valore economico dei sottoprodotti della trasformazione, pannello e farina, destinati all'alimentazione zootecnica superavano quello dell'olio "energetico". Il problema è stato risolto autorizzando la possibilità che il valore economico delle farine di soia possa risultare superiore a quello dei prodotti energetici a patto che ogni prodotto intermedio *diverso dalle farine*, sia utilizzato per la produzione di energia. Il regolamento 270/2007/CE ha anche esteso il regime di aiuto per le coltivazioni energetiche alla barbabietola da zucchero, precedentemente esclusa, a condizione che qualsiasi prodotto intermedio sia utilizzato per la fabbricazione di prodotti energetici e che qualsiasi co-prodotto o sottoprodotto contenente zucchero sia utilizzato in conformità alla riforma dell'OCM zucchero (Reg. 318/2006/CE).

Il processo di verifica sullo stato di salute della PAC (Health Check), conclusosi nel novembre 2008 con il raggiungimento di un accordo, tra i 27 ministri dell'agricoltura dei Paesi membri dell'UE, in merito alle proposte legislative presentate dalla Commissione nel maggio 2008, ha però modificato il sostegno a favore delle coltivazioni energetiche e quindi delle bioenergie. Il regolamento 73/2009/CE, attuativo dell'Health Check, ha infatti confermato e rafforzato il disaccoppiamento, permettendo agli agricoltori di orientarsi verso le produzioni maggiormente richieste dal mercato, comprese quelle energetiche, per le quali però, a partire da 2010, non sarà più concesso l'aiuto specifico di 45/ha. Parallelamente è stato abolito in via definitiva il regime del set aside obbligatorio, confermando così quanto previsto dal Regolamento 1107/2007/CE durante la campagna 2007/2008⁴⁷.

Il notevole aumento della domanda di materie prime agricole per fini energetici insieme ai recenti sviluppi registrati nel settore delle bioenergie hanno infatti portato alla decisione di eliminare il regime di aiuto per le colture energetiche. Inoltre, alla luce del ruolo che le bioenergie dovranno ricoprire ai fini del raggiungimento, entro il 2020,

⁴⁷ L'azzeramento temporaneo del tasso di ritiro obbligatorio delle superfici era già stato disposto nell'autunno del 2007 per stimolare la ripresa delle produzioni cerealicole ed aumentare così l'offerta comunitaria. In quello stesso anno, infatti, in seguito ad una generale contrazione della quantità raccolte a livello internazionale, determinata da un mix di fattori strutturali e congiunturali, a cui si era aggiunto un deciso aumento della richiesta di materie prime agricole per fini energetici, si era verificato un forte rialzo, sui mercati agricoli, delle quotazioni di tutte le principali commodities e dei relativi prodotti derivati.

degli obiettivi vincolanti in termini di quota di energia prodotta da fonti rinnovabili, è stato ritenuto che il mantenimento di una specifica sovvenzione per le produzioni agricole a fini energetici non fosse più giustificabile. Diversamente il set-aside obbligatorio aveva sicuramente il pregio di fungere da stimolo per le coltivazioni energetiche, offrendo agli agricoltori la possibilità di impiegare anche quelle superfici aziendali che altrimenti sarebbero dovute rimanere incolte, senza gravare sul bilancio dell'UE. Il set-aside si era però dimostrato uno strumento ormai obsoleto, che non consentiva al settore cerealicolo europeo di adattarsi all'evoluzione dei mercati. Nel corso degli anni, a causa del mutato contesto dell'agricoltura europea, passato da una situazione di produzione eccedentaria ad una deficitaria, è infatti venuta progressivamente a mancare l'esigenza di contenere l'offerta agricola, ovvero la funzione principale per cui il set-aside obbligatorio era stato istituito. L'abolizione della misura è stata accolta con favore da gran parte degli operatori del mondo agricolo, specialmente alla luce dell'andamento delle ultime campagne, caratterizzato dalla riduzione degli stock e dalla crescente domanda di cereali. Al contrario sul piano ambientale è stata espressa preoccupazione per le possibili conseguenze negative che l'abolizione del set aside potrà determinare, prevalentemente in termini di conservazione della biodiversità all'interno degli agro-ecosistemi (Vanni, 2008).

Le modifiche introdotte dall'Health Check non prefigurano un disimpegno da parte della PAC nei confronti delle energie rinnovabili di origine agricola, ma implicano un ripensamento degli strumenti di incentivazione del settore utilizzati negli ultimi anni. Nel quadro della nuova strategia energetica integrata, l'UE mira infatti ad incentivare la domanda di energia rinnovabile attraverso specifici strumenti, come ad esempio il meccanismo dei Certificati Verdi o l'obbligo di miscelazione dei biocarburanti nei carburanti tradizionali nel settore dei trasporti. In questo modo l'aumento della domanda di energia rinnovabile stimolerà anche l'offerta di biomasse agro-forestali per fini energetici. In altre parole la produzione di biomassa dovrà essere incentivata indirettamente dalla politica energetica, mentre la PAC, tramite gli strumenti della politica di sviluppo rurale (II pilastro), cercherà di favorire il coinvolgimento e la partecipazione degli operatori agricoli e rurali all'interno di iniziative tese alla produzione e alla diffusione di energia rinnovabile.

Al di fuori degli schemi della PAC un ulteriore contributo allo sviluppo del settore delle bioenergie può essere riscontrato all'interno dei provvedimenti che, a partire dalla fine degli anni '90, hanno delineato una politica comunitaria per il settore forestale. A tal proposito, nel 2006, è stato adottato un Piano d'azione dell'UE per le foreste (COM(2006) 302 def.) teso ad istituire un contesto coerente nel quale inserire iniziative a favore dei boschi e delle foreste all'interno della Comunità. Il Piano, che vuole anche essere uno strumento di coordinamento degli interventi comunitari e delle politiche forestali dei singoli Stati membri, definisce quattro obiettivi principali che dovranno essere perseguiti dalla politica forestale europea nel periodo 2007-2011:

- migliorare la competitività a lungo termine del settore forestale;
- migliorare e tutelare l'ambiente;
- migliorare la qualità della vita;
- favorire il coordinamento e la comunicazione intersettoriale.

Per raggiungere questi obiettivi sono previste 18 azioni chiave che la Commissione europea e gli Stati membri devono realizzare congiuntamente. Il piano d'azione prevede anche interventi integrativi che gli Stati membri possono intraprendere in base alle specificità e alle priorità che definiscono, eventualmente, con l'aiuto degli strumenti comunitari esistenti. È all'interno del primo obiettivo che è contenuta l'azione chiave 4, la quale promuove l'utilizzo della biomasse forestali per la produzione di energia. Tale azione risulta importante per il settore bioenergetico e riconosce l'importanza dell'uso del legno quale fonte energetica sostitutiva dei combustibili fossili. La valorizzazione energetica della biomassa forestale può infatti contribuire ad attenuare i cambiamenti climatici ed offrire nuove possibilità occupazionali nelle aree rurali, migliorando al contempo la sicurezza dell'approvvigionamento e l'autosufficienza energetica.

3.7 – Le bioenergie e la nuova politica di sviluppo rurale (II pilastro)

Azioni in favore del comparto delle bioenergie si riscontrano anche all'interno dei recenti provvedimenti adottati dall'UE in materia di Politica di sviluppo rurale. Con la pubblicazione del Regolamento 1698/2005/CE ha preso avvio l'attuale fase di

programmazione rurale relativa al periodo 2007-2013⁴⁸, che, mediante una politica di investimenti, intende contribuire alla realizzazione dei seguenti tre obiettivi generali:

1. Accrescere la competitività del settore agricolo e forestale sostenendo la ristrutturazione, lo sviluppo e l'innovazione;
2. Valorizzare l'ambiente e lo spazio naturale sostenendo la gestione del territorio;
3. Migliorare la qualità di vita nelle zone rurali e promuovere la diversificazione delle attività economiche.

Ai fini del perseguimento di tali obiettivi il regolamento individua *quattro assi strategici* di intervento (tre a carattere *verticale* e uno *orizzontale*) ciascuno dei quali articolati in *misure*:

- **Asse 1:** Miglioramento della competitività del settore agricolo e forestale;
- **Asse 2:** Miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale;
- **Asse 3:** Qualità della vita nelle zone rurali e diversificazione dell'economia rurale;
- **Asse 4:** LEADER (sostiene l'attuazione di strategie locali di sviluppo attraverso partenariati locali di natura pubblico-privata denominati *gruppi d'azione locale* (GAL). Le strategie applicate, secondo una precisa metodologia, devono rispondere a specifiche esigenze territoriali e conseguire gli obiettivi di almeno uno dei tre assi precedenti. I GAL hanno inoltre la possibilità di attuare progetti di cooperazione interterritoriali o transnazionali).

Tab. 3.5. – *Orientamenti strategici comunitari per lo sviluppo rurale (2007-2013)*

Orientamenti Strategici Comunitari
1. Miglioramento della competitività dei settori agricolo e forestale
2. Migliorare l'ambiente e le zone di campagna
3. Migliorare la qualità della vita nelle zone rurali e promuovere la diversificazione dell'economia rurale
4. <i>Affrontare le nuove sfide</i>
5. Costruire la capacità locale di occupazione e diversificazione
6. Assicurare la coerenza della programmazione

Fonte: *Piano Strategico Nazionale*

Per garantire l'attuazione dei quattro assi nel periodo di programmazione considerato, il Regolamento 1698/2005/CE impone al Consiglio europeo di adottare,

⁴⁸ Il sostegno finanziario allo sviluppo rurale nel periodo di programmazione economica 2007-2013 viene garantito dal FEASR (Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale), istituito dal Regolamento 1290/2005/CE.

alla luce delle priorità politiche stabilite a livello comunitario, degli Orientamenti Strategici Comunitari (OSC) in materia di politica dello sviluppo rurale. Gli OSC sono stati definiti con la Decisione del Consiglio 144/2006/CE ed individuano le priorità strategiche per lo sviluppo rurale nella UE (tabella 3.5).

Sulla base degli OSC, ogni singolo Stato membro definisce la propria pianificazione rurale attraverso l'elaborazione di un Piano Strategico Nazionale (PSN) in cui si identificano gli obiettivi prioritari per ciascun Asse (tabella 3.6). Il PSN, oltre a garantire la coerenza della politica nazionale con gli OSC, deve anche assicurare il coordinamento tra politiche comunitarie, nazionali e regionali⁴⁹. Il PSN risulta pertanto uno strumento di indirizzo della politica di sviluppo rurale nazionale, che identificando le priorità tematiche e territoriali, definisce gli obiettivi e gli indicatori necessari a valutarne il raggiungimento.

Tab. 3.6. – Assi ed obiettivi prioritari del Piano Strategico Nazionale (2007-2013)

Assi Prioritari	Obiettivi prioritari per asse
Asse 1: <i>Miglioramento della competitività del settore agricolo e forestale</i>	Promozione dell'ammodernamento e dell'innovazione nelle imprese e dell'integrazione delle filiere
	Consolidamento e sviluppo della qualità della produzione agricola e forestale
	Potenziamento delle dotazioni infrastrutturali fisiche e telematiche
	Miglioramento della capacità imprenditoriale e professionale degli addetti al settore agricolo e forestale e
Asse 2: <i>Miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale</i>	Conservazione della biodiversità e tutela e diffusione di sistemi agroforestali ad alto valore naturale
	Tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche superficiali e profonde
	Riduzione dei gas serra
	Tutela del territorio
Asse 3: <i>Qualità della vita nelle zone rurali e diversificazione dell'economia rurale</i>	Miglioramento dell'attrattività dei territori rurali per le imprese e la popolazione
	Mantenimento e creazione di nuove opportunità occupazionali e di reddito in aree rurali
Asse 4: <i>Approccio Leader</i>	Rafforzamento della capacità progettuale e gestionale locale
	Valorizzazione delle risorse endogene dei territori

Fonte: Piano Strategico Nazionale

Le strategie d'intervento comunitarie e nazionali devono essere successivamente implementate con Programmi di Sviluppo Rurale (PSR), elaborati a livello nazionali o

⁴⁹ Il PSN rappresenta anche lo strumento di raccordo con le altre politiche, quali quella di coesione, ambientale, della pesca etc.

regionale (come nel caso dell'Italia), che applicano le metodologie delineate dal PSN, comuni per tutto il territorio nazionale. Sulla base di quanto disposto dal Regolamento 1698/2005/CE e dei conseguenti regolamenti attuativi, il PSR rappresenta pertanto il principale strumento comunitario di finanziamento degli interventi nel settore agricolo e forestale e più in generale in quello dello sviluppo rurale. In Italia spetta alle singole Regioni il compito di predisporre ed approvare i PSR, conformemente agli orientamenti comunitari e coerentemente al PSN, e di sottoporli al vaglio della Commissione Europea per l'approvazione.

Tabella 3.7 – Programmazione 2007-2013: fonti finanziarie e strumenti

Fonti finanziarie	Strumenti
FEASR (Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale)	Regolamento 1698/2005/CE
	Orientamenti Strategici Comunitari (OSC) <i>(Decisione del Consiglio 2006/144/CE)</i>
	Piano Strategico Nazionale (PSN)
	Programma rete rurale nazionale (RRN)
	Programma di Sviluppo Rurale (PSR)

Fonte: Piano Strategico Nazionale

Il regolamento 1698/2005/CE ha previsto anche la costituzione di una Rete rurale europea e, per ogni Stato membro, di una Rete rurale nazionale. Il Comitato sviluppo rurale della Commissione Europea ha approvato, nel giugno 2007, il Programma italiano con cui si istituisce la Rete Rurale Nazionale (RNN)⁵⁰, destinata a supportare l'attuazione delle politiche di sviluppo rurale in Italia per il periodo 2007-2013 (tabella 3.7). Il Programma, gestito dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, prevede una serie di attività obbligatorie, quali l'identificazione e l'analisi delle buone pratiche, l'organizzazione di scambi di esperienze e competenze, la preparazione di programmi di formazione per i Gruppi di Azione Locale (GAL), l'assistenza tecnica alla cooperazione interterritoriale e transnazionale ed altre necessarie per superare la frammentazione e l'isolamento delle politiche di sviluppo rurale. La RNN collega la strategia nazionale, definita con il PSN ed attuata dai PSR regionali con gli obiettivi comuni stabiliti dagli OSC e dalla Rete Rurale Europea.

⁵⁰ Decisione della Commissione C 3824/2007/CE

Dal momento che la politica di sviluppo rurale comunitaria è destinata ad essere applicata a tutti territori rurali dell'UE, si pone la necessità di distinguere le aree rurali da quelle che non possono essere definite come tali. Inoltre anche il territorio rurale non risulta omogeneo al suo interno, sia perché caratterizzato da sistemi agricoli e agro-alimentari differenziati, sia per le diverse forme di integrazione con il contesto urbano e industriale. A tal proposito il PSN italiano ha effettuato una *zonizzazione* dell'intero territorio nazionale in modo da definire con un maggior dettaglio le varie specificità delle diverse aree rurali. Attraverso una ripartizione a livello comunale basata sulla densità demografica, sulle caratteristiche altimetriche e sull'incidenza della superficie agricola, il PSN ha individuato quattro tipologie di aree (figura 3.6)⁵¹:

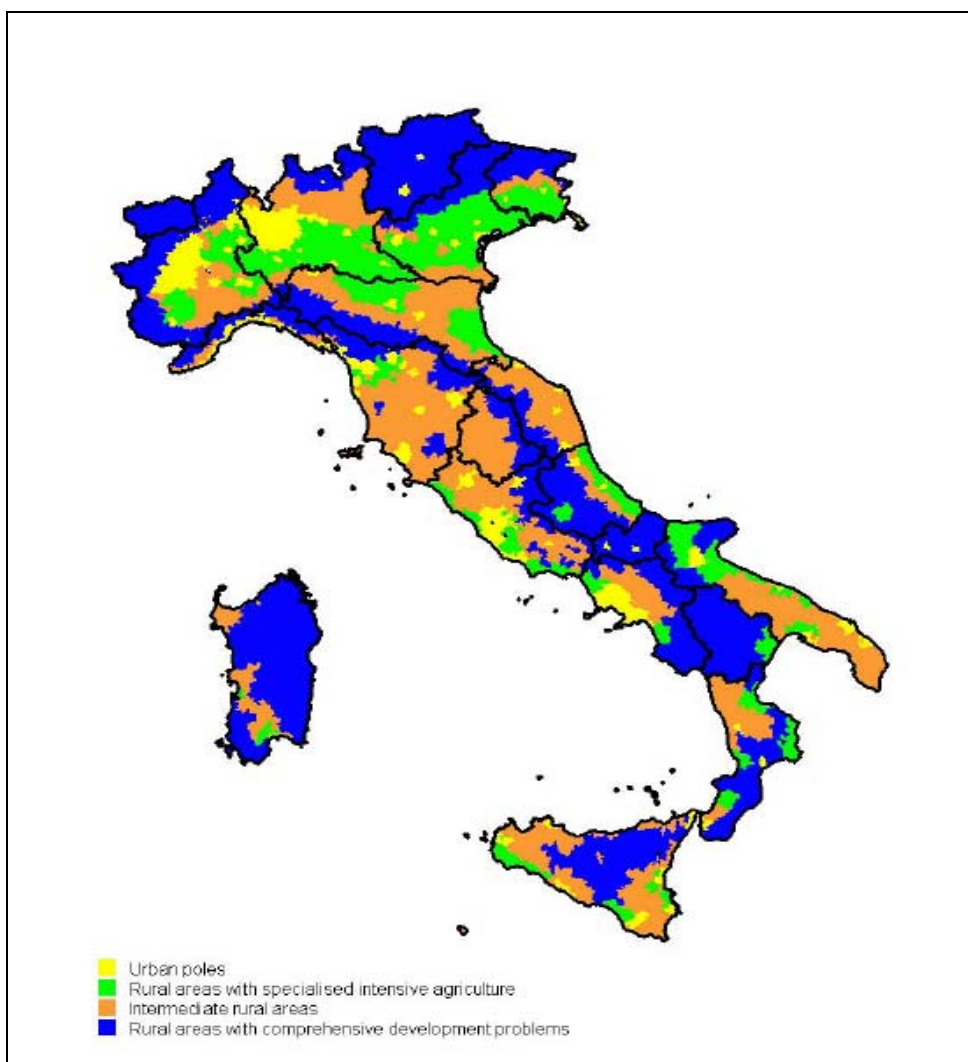
- a) *Poli urbani*;
- b) *Aree rurali ad agricoltura intensiva*;
- c) *Aree rurali intermedie*;
- d) *Aree rurali con problemi complessivi di sviluppo*

Tale ripartizione risulta vincolante per i singoli PSR regionali, ai quali è però concessa la possibilità di adottare articolazioni del territorio regionale che utilizzino indicatori aggiuntivi per identificare le tipologie più appropriate alle specificità regionali. All'interno dei vari PSR, le iniziative a sostegno dello sviluppo rurale dovranno essere territorializzati, tenendo conto delle priorità territoriali e settoriali evidenziate dalle diverse tipologie di area rurale.

All'interno della programmazione per lo sviluppo rurale 2007-2013, un ruolo piuttosto significativo è ricoperto dal tema delle bioenergie che interessa in maniera trasversale i diversi assi. In generale le iniziative di valorizzazione energetica delle biomasse possono infatti offrire nuove opportunità per i prodotti agricoli e forestali contribuendo a migliorare la competitività del settore (Asse 1). In maniera simile l'imboschimento di terreni agricoli o di aree degradate per la produzione di biomassa energetica può concorrere a ridurre le emissioni di gas serra migliorando l'ambiente e lo spazio rurale (Asse 2). Infine, la costituzione di nuove imprese operanti nel settore delle bioenergie o la creazione di nuovi impianti alimentati a biomasse possono avere ricadute positive in termini occupazionali e di reddito, contribuendo così a migliorare la qualità della vita nelle zone rurali e a diversificare l'economia rurale (Asse 3).

⁵¹ Per maggiori dettagli sulla metodologia utilizzata nel PSN per individuazione delle aree rurali italiane si veda l'Allegato 4 del medesimo documento programmatico.

Fig. 3.6. La zonizzazione delle aree rurali nel PSN 2007-2013



Fonte: Piano Strategico Nazionale

Come tutte le misure destinate a sostenere lo sviluppo rurale, anche quelle in favore delle iniziative connesse alla valorizzazione energetica delle biomasse sono definite in maniera dettagliata all'interno dei singoli PSR. Nel caso dell'Italia è quindi compito delle Regioni, sulla base delle indicazioni comunitarie e del PSN, stabilire attraverso quali misure dei diversi assi del PSR incentivare gli investimenti nel settore delle bioenergie. Per ciascuna misura del PSR devono essere definiti gli obiettivi perseguiti, la dotazione finanziaria, la tipologia e l'entità dell'intervento finanziabile, nonché i soggetti pubblici o privati destinatari dei finanziamenti previsti dalla misura.

In seguito al percorso di verifica sullo stato di salute della PAC (Health Check), anche all'interno della politica comunitaria a sostegno dello sviluppo rurale sono stati apportati dei cambiamenti. Il Regolamento 74/2009/CE ha infatti modificato il quadro normativo esistente introducendo sei nuove priorità, recepite all'interno degli Orientamenti Strategici Comunitari (OSC) dalla Decisione del Consiglio 61/2009/CE, con le quali la politica di sviluppo rurale è tenuta a confrontarsi a partire dal 2010:

1. mitigazione dei cambiamenti climatici;
2. sviluppo delle energie rinnovabili;
3. migliore gestione delle risorse idriche;
4. contrastare il declino biodiversità;
5. sviluppare misure di accompagnamento per aiutare la ristrutturazione del settore lattiero-caseario (abolizione quote latte);
6. innovazione (connessa alle precedenti priorità).

Tra le nuove “sfide” della programmazione rurale, per le quali sono previste maggiori risorse finanziarie provenienti dalla modulazione, lo sviluppo delle energie rinnovabili riveste un ruolo significativo. In particolare, secondo la citata strategia energetica integrata intrapresa dall'UE, l'incremento della produzione di energia rinnovabile da biomasse agricole e forestali dovrà contribuire al raggiungimento degli obiettivi previsti per il 2020, in relazione alla diffusione delle FER sul consumo totale di energia. Nel corso del 2009 gli Stati membri hanno dovuto adattare i propri strumenti di programmazione rurale (PSN) alle modifiche introdotte dall'Health Check, successivamente le Regioni (nel caso dell'Italia) hanno dovuto di rivedere i propri PSR in modo da predisporre nuovi interventi in grado di fronteggiare le nuove sfide, tra cui lo sviluppo delle energie rinnovabili.

Per comprendere meglio gli strumenti a disposizione dei vari PSR per finanziare iniziative a favore delle bioenergie, può essere preso in considerazione il Programma di sviluppo rurale 2007-2013 della Regione Toscana, la cui ultima versione risale al mese di ottobre 2009⁵².

52 Il Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Toscana è stato approvato dalla Commissione della Comunità Europea con Decisione del 16/10/2007 n. C(2007) 4664 e pubblicato sul B.U.R.T. Parte II n. 48 del 28/11/2007, supplemento n. 128 (Delibera n. 745 del 22/10/2007) (con modifiche successive). La strategia regionale definita nel Programma, è strutturata secondo gli obiettivi di cui all'art. 4 del Regolamento 1698/05.

Il PSR della Regione Toscana, sulla base delle indicazioni del Regolamento 1698/2005/CE, è articolato in assi (4) e misure (34), alle quali possono corrispondere delle azioni relative agli interventi da attuare sul territorio.

Tabella 3.8 – Obiettivi prioritari e specifici del PSR Toscana (2007-2013)

Asse	Obiettivi <u>prioritari</u> (OP)	Obiettivi <u>specifici</u> (OS)
Asse 1: <i>Miglioramento della competitività del settore agricolo e forestale</i>	Promozione dell'ammodernamento e dell'innovazione nelle imprese e dell'integrazione delle filiere	1. Consolidamento e sviluppo delle aziende sul territorio e sui mercati mediante la diffusione dell'innovazione e l'aumento della competitività
		2. Rafforzamento delle filiere produttive agricole e forestali
	Consolidamento e sviluppo della qualità della produzione agricola e forestale	3. Consolidamento e sviluppo della qualità della produzione agricola e forestale
	Miglioramento della capacità imprenditoriale e professionale degli addetti al settore agricolo e forestale e sostegno del ricambio generazionale	4. Promozione dell'occupazione e del ricambio generazionale 5. Diffusione delle informazioni e delle conoscenze e rafforzamento
Asse 2: <i>Miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale</i>	Conservazione della biodiversità e tutela e diffusione di sistemi agroforestali ad alto valore naturale	6. Conservazione della biodiversità e tutela delle specie selvatiche e di quelle coltivate o allevate
	Tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche superficiali e profonde	7. Promozione del risparmio idrico 8. Riduzione dell'inquinamento dei corpi idrici
	Riduzione dei gas serra	9. Promozione del risparmio energetico e delle <u>energie rinnovabili</u>
		10. Contributo alla mitigazione dei cambiamenti climatici
	Tutela del territorio	11. Conservazione e miglioramento del paesaggio
		12. Riduzione dell'erosione del suolo
Asse 3: <i>Qualità della vita nelle zone rurali e diversificazione dell'economia rurale</i>	Miglioramento dell'attrattività dei territori rurali per le imprese e la popolazione	13. Rafforzamento del sostegno alle popolazioni rurali
	Mantenimento e creazione di nuove opportunità occupazionali e di reddito in aree rurali	14. Mantenimento e creazione di nuove opportunità occupazionali e di reddito in aree rurali
Asse 4: <i>Approccio Leader</i>	Rafforzamento della capacità progettuale e gestionale locale	15. Rafforzamento della capacità progettuale e gestionale locale
	Valorizzazione delle risorse endogene dei territori	16. Valorizzazione delle risorse endogene dei territori

Fonte: PSR Toscana 2007-2013

La programmazione rurale della Toscana, in base alla specificità del territorio e coerentemente con quanto disposto dagli OSC e dal PSN, ha individuato per ciascun asse una serie di obiettivi prioritari (OP), i quali a loro volta sono ripartiti in obiettivi specifici (OS) di programma ad essi correlati (vedi tabella 3.8). A ciascuno degli obiettivi specifici sono collegate una serie di misure, complessivamente 34, considerate come *strumenti* da impiegare per il conseguimento di tali obiettivi. Quasi tutti gli obiettivi specifici prevedono l'attivazione di misure che fanno capo a più assi del programma, sviluppando sinergie ed approcci integrati in modo da assicurare la coerenza della programmazione.

Nell'ambito della strategia di sviluppo rurale della Toscana per il periodo di programmazione 2007-2013, la promozione del risparmio energetico e lo sviluppo delle energie rinnovabili nelle aree rurali, specialmente delle bioenergie, costituiscono una priorità. In particolare il PSR, alla luce della consistente disponibilità di materia prima sul territorio regionale, prevede importanti forme di incentivazione, rivolte sia alle aziende agricole e forestali che agli enti pubblici locali, per lo sviluppo di filiere bioenergetiche locali basate sulla valorizzazione energetica della biomassa di origine agricola e forestale. A tal proposito il PSR prevede misure tese a favorire, da un lato, la coltivazione di colture prevalentemente arboree impiegabili come biomassa per fini energetici e, da un altro, la realizzazione di impianti energetici efficienti alimentati con biomasse di origine locale, in modo da ridurre i costi ambientali indiretti dovuti all'approvvigionamento su lunghe distanze e l'uso di combustibili fossili. In merito alla seconda tipologia di interventi, il PSR, onde evitare problemi di eccessivo impatto ambientale e di allarme nelle popolazioni locali, intende favorire la realizzazione di impianti commisurati alla dimensione delle aziende agricole, comunque non superiori alla potenza di 1 MWt.

Nello specifico le *misure* del PSR, ripartite per ciascun Asse, che prevedono interventi a sostegno dello sviluppo e della diffusione delle bioenergie nelle aree rurali, sono le seguenti:

➤ **Asse 1:**

▪ *Misura 121 – Ammodernamento delle aziende agricole*

La misura è finalizzata all'ammodernamento delle aziende agricole con lo scopo di migliorarne la competitività e il rendimento globale. Può sostenere interventi

finalizzati al risparmio energetico, alla costruzione di impianti tecnologici per la produzione di energia rinnovabile e alla coltivazione di biomassa per finalità energetiche (realizzazione di colture permanenti con durata minima di 10 anni).

▪ *Misura 123 – Accrescimento del valore aggiunto dei prodotti agricoli e forestali*

La misura, che si compone di due sottomisure, persegue l'obiettivo prioritario di rafforzare le filiere produttive agricole e forestali sostenendo anche investimenti finalizzati al risparmio energetico e alla produzione di energia rinnovabile. Nello specifico:

- Sottomisura a (aumento del valore aggiunto dei prodotti agricoli)

Prevede anche la realizzazione di impianti tecnologici per la produzione di energia derivanti da fonti rinnovabili ad esclusivo utilizzo dell'impresa. Non sono previste limitazioni riguardo alla fonte rinnovabile utilizzata.

- Sottomisura b (aumento del valore aggiunto dei prodotti forestali)

Prevede anche la realizzazione di centrali termiche alimentate a biomasse legnose di origine forestale per la produzione di energia destinata ad un utilizzo esclusivo all'interno dell'azienda o dell'impresa per il soddisfacimento dei fabbisogni energetici del ciclo produttivo o degli edifici aziendali.

In entrambi i casi gli impianti non possono superare la potenza di 1 MW termico.

➤ **Asse 3:**

▪ *Misura 311 – Diversificazione verso attività non agricole*

La misura prevede il sostegno ad investimenti finalizzati alla diversificazione delle attività aziendali verso attività non agricole, fermo restando la prevalenza dell'attività agricola sulle altre. La misura persegue tra gli altri anche l'obiettivo specifico della promozione del risparmio energetico e delle energie rinnovabili. La misura è articolata in due azioni:

A – Diversificazione

Prevede contributi per l'installazione di sistemi per la produzione e vendita di energia da fonti rinnovabili

B – Agriturismo

Prevede interventi volti a favorire il risparmio energetico e idrico nell'ambito dell'attività agrituristica.

▪ *Misura 321 – Servizi essenziali per l'economia e la popolazione rurale*

L'obiettivo prioritario della misura, che si articola in quattro sottomisure, è quello di rafforzare il sostegno alle popolazioni rurali, in modo da evitare lo spopolamento delle zone rurali ed il loro indebolimento. La misura si articola in quattro sottomisure:

- a) Reti di protezione sociale nelle zone rurali
- b) Servizi commerciali in aree rurali
- c) Strutture di approvvigionamento energetico con impiego di biomasse agro-forestali
- d) Reti tecnologiche di informazione e comunicazione (TIC)

Nello specifico la *Sottomisura c* sostiene interventi per la realizzazione (o la trasformazione) di impianti di produzione energetica di interesse collettivo, quali caldaie e/o reti di teleriscaldamento, alimentate con biomasse agro-forestali. La sottomisura si propone così di ridurre i costi dell'energia a beneficio delle popolazioni rurali, nonché i costi esterni ambientali connessi all'approvvigionamento ed al trasporto delle materie prime tradizionali (combustibili fossili).

Il PSR della Toscana contiene poi altre misure che si ricollegano in maniera più o meno diretta alla tematica delle energie rinnovabili, delle bioenergie e del risparmio energetico:

➤ **Asse 1:**

- *Misura 111 – Azioni nel campo della formazione professionale e dell'informazione*

Prevede il finanziamento di iniziative di informazione, di qualificazione, di addestramento e di aggiornamento, anche sul tema delle bioenergie, rivolte agli addetti del settore agricolo o forestale, compresi quelli alle dipendenze degli Enti Locali.

- *Misura 114 – ricorso a servizi di consulenza da parte degli imprenditori agricoli e forestali*

Prevede il finanziamento di iniziative tese a supportare le imprese nelle azioni finalizzate al risparmio energetico e alla produzione di energia rinnovabile.

- *Misura 122 – Migliore valorizzazione economica delle foreste*

Nell'ambito della misura sono previsti contributi per sostenere la realizzazione di interventi di miglioramento delle foreste in relazione sia alle infrastrutture e superfici

forestali sia all'efficienza della filiera bosco-legno. Tali interventi possono favorire l'aumento dell'offerta di biomassa legnosa per fini energetici.

- *Misura 124 – Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nei settori agricolo e alimentare e in quello forestale*

Si tratta di una misura finalizzata a favorire la ricerca e la creazione di innovazione all'interno delle principali filiere agro-forestali regionali, compresa quella delle bioenergie.

- *Misura 125 – Miglioramento e sviluppo delle infrastrutture in parallelo con lo sviluppo e l'adeguamento dell'agricoltura e della silvicoltura*

Consente di finanziare iniziative tese a potenziare le infrastrutture a servizio delle unità produttive agricole e forestali, favorendo tra l'altro il risparmio energetico e la sostituzione dei combustibili fossili con le energie rinnovabili.

➤ **Asse 2:**

- *Misura 221 – Imboschimento di terreni agricoli*

Nell'ambito della misura sono previsti contributi per la riconversione di superfici agricole mediante la realizzazione di impianti di colture arboree finalizzati al miglioramento ambientale e alla mitigazione dei cambiamenti climatici ed utilizzabili per la produzione di biomassa a fini energetici

- *Misura 223 – Imboschimento di superfici non agricole*

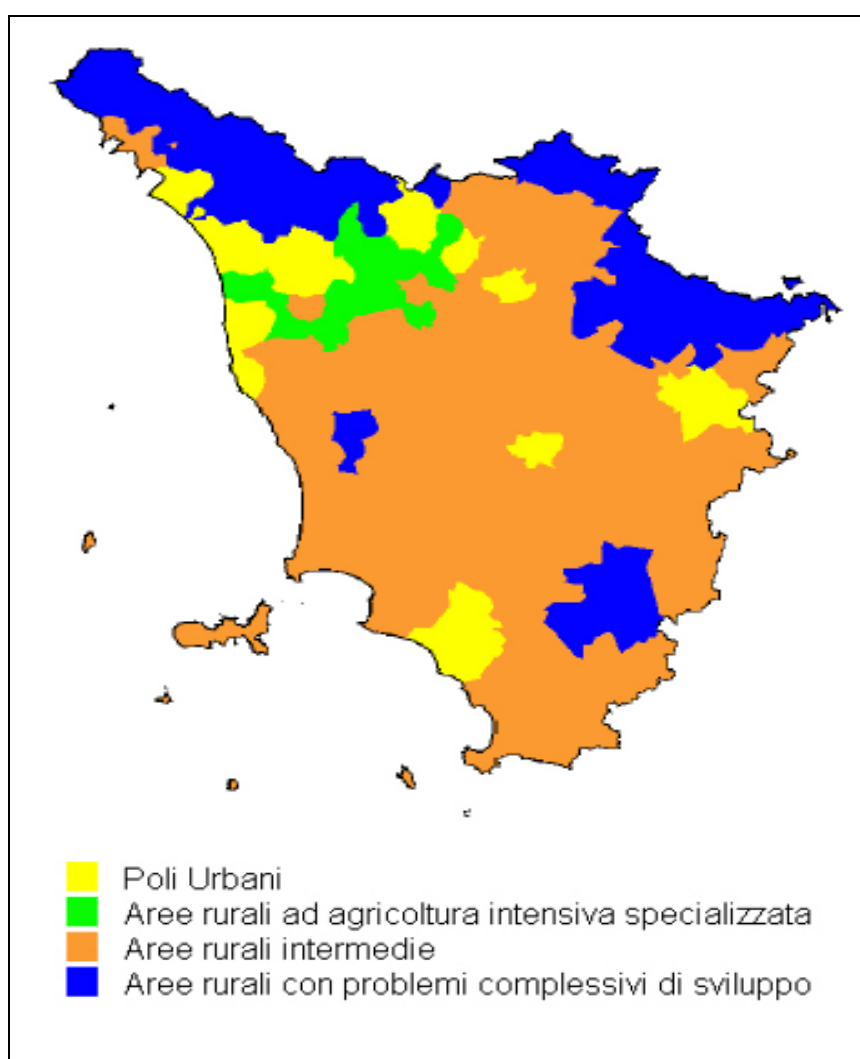
Si pone le stesse finalità della misura precedente, ma è riferita alle superfici non agricole.

Il PSR della Regione Toscana prevede inoltre che tutte le misure dell'Asse 3, ad esclusione della misura 311, possano essere attivate a livello locale attraverso il metodo Leader (Asse 4). Spetta quindi ai singoli Gruppi di Azione Locale stabilire, all'interno delle rispettive Strategie integrate di sviluppo locale (SISL), in che misura sostenere le iniziative tese alla valorizzazione energetica delle biomasse. I GAL possono anche attivare, attraverso la misura 421 (Cooperazione interterritoriale e transnazionale) progetti di cooperazione nel campo dell'energia rinnovabile.

Tutte le misure del PSR della Regione Toscana, comprese quelle a favore delle bioenergie, sono associate ad una specifica tipologia di area rurale (corrispondente al territorio comunale) individuata secondo la citata classificazione dal Piano Strategico Nazionale. Tuttavia per meglio cogliere le caratteristiche strutturali del territorio

regionale, la ripartizione proposta dal PSN è stata, nel caso della Toscana, integrata in modo da specificare con maggiore dettaglio le peculiarità dei singoli territori regionali sul piano territoriale ma anche e soprattutto su quello socioeconomico. L'ambito territoriale su cui è stato attuato un'ulteriore specificazione è quello delle *aree rurali intermedie (C)* per le quali si è adottata una suddivisione in due ulteriori classi omogenee: *C1- Aree rurali intermedie in transizione; C2 - Aree rurali intermedie in declino*.

Fig. 3.7. La zonizzazione delle aree rurali della Toscana nel PSR 2007-2013



Fonte: Programma di Sviluppo Rurale della Toscana 2007-2013

Ai fini del PSR, l'intero territorio regionale toscano è ripartito tra *poli urbani (A)* e *aree rurali (B, C1, C2, D)* (Figura 3.7). Tra i 287 Comuni della Toscana, soltanto quelli

il cui territorio è classificato come rurale possono beneficiare delle misure a sostegno dello sviluppo rurale attivate dal PSR. Tuttavia, anche per i Comuni *rurali*, il sostegno erogato dal PSR varia a seconda della tipologia di area rurale in cui ricade un territorio comunale. Ciascuna misura attivata dal PSR viene infatti associata ad una o più tipologie di area rurale, di conseguenza soltanto i territori comunali ricompresi in tali aree possono beneficiare della misura stessa. In altre parole un Comune *rurale* non può usufruire degli incentivi previsti da una determinata misura se il suo territorio non ricade nella tipologia di area rurale definita da quest'ultima.

3.8 – Le bioenergie: precisazioni e definizioni

3.8.1 – Tipologie ed applicazioni delle biomasse ad uso energetico

Ogni sostanza di origine organica (animale o vegetale), derivante cioè direttamente o indirettamente dalla fotosintesi clorofilliana, concorre alla formazione della biomassa⁵³. L'energia solare, sottoforma di luce, permette infatti agli organismi vegetali di assorbire la CO₂ presente nell'atmosfera e di trasformarla, con l'apporto di acqua e di altre sostanze presenti nel terreno, in materiale organico. La biomassa può dunque essere considerata come una sofisticata forma di accumulazione di energia solare.

Come affermato in precedenza, l'energia ottenuta a partire dalla biomassa viene definita bioenergia e rientra tra la grande famiglia delle fonti di energia rinnovabile, a condizione però che il tasso di prelievo annuo non superi la naturale capacità di rigenerazione delle materie prime utilizzate. Inoltre, in linea teorica, la bioenergia risulta avere un impatto nullo in termini di emissioni di CO₂, poiché la quantità di anidride carbonica da essa rilasciata nell'ambiente è la medesima che gli organismi vegetali hanno prima assorbito per svilupparsi e che, alla loro morte sarebbe tornata in atmosfera attraverso i normali processi degradativi della sostanza organica. Sostanzialmente queste emissioni rientrano nel normale ciclo del carbonio e sono in equilibrio fra CO₂ emessa ed assorbita. Diversamente l'impiego dei combustibili fossili libera in atmosfera

⁵³ Le sostanze organiche che subiscono un processo di fossilizzazione dando origine ai combustibili fossili, non possono ovviamente essere considerate come biomassa.

nuova CO₂ derivante dal carbonio fissato stabilmente nel sottosuolo moltissimi anni prima, che non rientrerà mai più nel ciclo del carbonio.

Esistono diverse tipologie di biomasse che possono essere utilizzate, direttamente o in seguito a trasformazione, come combustibili per la produzione di energia e che prendono il nome di biocombustibili. Le materie prime utilizzate per la produzione dei biocombustibili risultano molto eterogenee in termini di caratteristiche fisiche e chimiche e possono essere suddivise in base ai seguenti settori di provenienza:

- comparto forestale ed agro-forestale: comprende residui delle utilizzazioni forestali o delle attività agro-forestali, residui delle operazioni selvicolturali e dell'industria connessa alla selvicoltura, ecc.;
- comparto delle industrie del legno e della carta: comprende residui delle lavorazioni del legno non trattato e residui di produzione dell'industria cartaria (fanghi prodotti dal processo di depurazione delle acque);
- comparto agricolo e delle industrie agro-alimentari: comprende residui colturali provenienti dall'attività agricola (potature, sfalci), produzioni legnose (salice, pioppo, robinia) o erbacee (miscanto, sorgo, canna comune) da coltivazioni dedicate, produzione di piante oleaginose (girasole, colza) e di piante zuccherine (barbabietola da zucchero, sorgo zuccherino), residui delle industrie agro-alimentari (lattiero-caseario, macellazione, lavorazione del pesce, industria saccarifera e delle bevande);
- comparto zootecnico: comprende i reflui zootecnici e le deiezioni animali (destinati alla produzione di biogas);
- rifiuti urbani: comprende i residui delle operazioni di manutenzione del verde pubblico e la frazione umida dei rifiuti solidi urbani.

Le tecnologie utilizzate per ricavare energia dalla biomassa possono essere raggruppate in due diverse categorie:

- *Metodi di conversione biochimica*, attraverso i quali è possibile ricavare energia per reazione chimica dovuta al contributo di enzimi, funghi e micro-organismi che, in particolari condizioni, si formano nella biomassa. Questo metodo può essere utilizzato per la conversione di alcuni sottoprodotti colturali, dei reflui zootecnici e di altri scarti di lavorazione.

- *Metodi di conversione termochimica.* Questi processi sono basati sull'azione del calore che permette le reazioni chimiche necessarie a trasformare in energia la biomassa. Sono idonei a subire questo tipo di processo di conversione la legna (nelle varie forme in cui può essere utilizzata), i prodotti ed i residui colturali di tipo ligno-cellulosico (paglia di cereali, potature, etc.) ed altri scarti di lavorazione dei prodotti agricoli (lolla di riso, gusci, noccioli, etc.).

I biocombustibili, come già ricordato altrove, si suddividono in tre principali tipologie:

- *Biocombustibili solidi*

Questa categoria è costituita da biomasse ligno-cellulosiche le quali subiscono processi di trasformazione più o meno complessi per essere rese idonee all'impiego negli impianti di produzione di energia. Le principali forme commercializzate sono la legna in pezzi, il cippato, il pellet e i bricchetti.

- *Biocombustibili liquidi (o biocarburanti), quali:*

- Il bioetanolo, prodotto principalmente mediante fermentazione di prodotti agricoli ricchi di zucchero o di amido, come i cereali, la barbabietola da zucchero e le piante di sorgo. Esso è miscelato con la benzina convenzionale, solitamente sotto forma di additivo al 5%, e può essere utilizzato senza modifiche nei moderni motori ad accensione comandata. I motori modificati, come quelli usati nei cosiddetti veicoli ad uso flessibile del carburante (*flexible fuel vehicle* – FFV), possono funzionare sia con miscele di etanolo all'85 %, che con bio-etanolo puro e benzina convenzionale.
- L'ETBE (*Etile etilterbutilico*), prodotto dal bioetanolo mediante reazione con l'isobutilene. L'ETBE è utilizzato come miscela, fino al 15 %, nella benzina convenzionale. È meno volatile dell'etanolo, ma richiede una fase supplementare del processo di produzione.
- Il biodiesel, ricavato principalmente da piante oleaginose, come la colza e il girasole, sebbene possano essere impiegati anche gli oli vegetali usati e i grassi animali. Gli oli estratti sono convertiti in biodiesel (un estere metilico) mediante transesterificazione. Il biodiesel è utilizzato nei motori diesel, generalmente sotto forma di miscela al 5 % nelle autovetture, di miscela fino al 30 % nelle cosiddette «flotte vincolate» come gli autobus urbani e anche, sovente, in forma pura nei motori modificati.

- L'olio vegetale puro, prodotto da piante oleaginose mediante pressione, estrazione o processi analoghi, può essere greggio o raffinato ma chimicamente non modificato. Può essere utilizzato come carburante previa modifica al motore utilizzato.

- *Biocombustibili gassosi*

- All'interno di questa tipologia troviamo il biogas, una miscela di metano e anidride carbonica ottenuta attraverso la fermentazione in assenza di ossigeno di materia organica all'interno di un apposito ambiente ermetico, denominato digestore anaerobico. Per la sua produzione si utilizzano le frazioni organiche dei rifiuti urbani, i fanghi di depurazione delle acque reflue urbane, gli scarti dell'industria agro-alimentare, i reflui zootecnici, le colture non alimentari ad uso energetico (ad esempio insilati di mais e sorgo zuccherino) ed i residui colturali (ad esempio foraggi, paglia, ortaggi di scarsa qualità). Il biogas viene utilizzato prevalentemente per la produzione di energia termica ed elettrica anche in cogenerazione, più limitato il suo utilizzo nel settore dei trasporti.

3.8.2 – *Vantaggi e criticità delle bioenergie*

Tra le motivazioni alla base delle politiche di promozione delle bioenergie, come affermato in precedenza, vi è la necessità di ridurre le emissioni di gas serra in modo da contrastare il fenomeno dei cambiamenti climatici. Da questo punto di vista le bioenergie risultano perciò molto interessanti per via della loro neutralità in termini di emissioni di CO₂. La quantità di anidride carbonica emessa dall'impiego delle bioenergie risulta infatti pari a quella assorbita della biomasse vegetali durante il loro processo di crescita. L'impiego delle bioenergie rappresenta quindi un vantaggio in termini di risparmio di emissioni di CO₂, non conseguibile attraverso l'utilizzo dei combustibili fossili.

Dal punto di vista ambientale esistono poi altri vantaggi legati all'utilizzo delle bioenergie che però si differenziano a seconda della tipologia di biomassa utilizzata. Ad esempio la valorizzazione energetica delle biomasse di origine forestale può condurre al miglioramento della gestione delle risorse boschive, fattore indispensabile per poter garantire il mantenimento delle principali funzioni degli ecosistemi forestali, riducendo anche i rischi di eventi dannosi quali gli incendi e le infestazioni di insetti. In maniera

simile le coltivazioni dedicate ad uso energetico possono contribuire alla conservazione del suolo ed alla riduzione dei fenomeni erosivi superficiali, grazie alla copertura del terreno dall'azione di dilavamento delle precipitazioni ed al trattenimento del suolo da parte degli apparati radicali. La valorizzazione energetica dei reflui zootecnici, attraverso il biogas, permette invece di gestire in maniera corretta e controllata un fenomeno di degradazione della sostanza organica, che altrimenti rilascerebbe in atmosfera ingenti quantità di metano e CO₂. La produzione di biogas permette anche di ridurre fortemente i cattivi odori rilasciati dagli allevamenti zootecnici intensivi, ottenendo un letame digerito ricco di azoto che, se sparso sul terreno, aiuta a ridurre la domanda di fertilizzanti.

Di fronte ai benefici menzionati, le bioenergie presentano anche alcune criticità sotto il profilo ambientale, riconducibili principalmente alle fasi di produzione, lavorazione e trasporto della biomassa, tenendo conto delle quali talvolta il bilancio complessivo di CO₂ potrebbe non essere nullo. Anche in questo caso occorre distinguere tra le diverse tipologie di biomassa impiegate e tenere conto delle diverse tecnologie di conversione. In particolare sono le coltivazioni dedicate per la produzione di biocarburanti a destare maggiori preoccupazioni in termini di pressione sulle risorse naturali e sulla biodiversità. Una maggiore richiesta di materie prime agricole da destinare alla produzione di biocarburanti, infatti, potrebbe portare all'adozione di metodi di produzione intensivi basati su monoculture e caratterizzati da un elevato utilizzo di inputs chimici, con conseguente grave danno per gli ecosistemi. Inoltre la richiesta di ulteriore terra coltivabile potrebbe innescare fenomeni di deforestazione determinando un grave danno per gli habitat naturali e la biodiversità.

In generale quindi è possibile affermare che, sotto il profilo ambientale, la produzione di biocarburanti si caratterizza per una performance più negativa rispetto agli altri modi di utilizzazione della biomassa, quali la produzione di biogas e la combustione delle biomasse ligno-cellulosiche per la produzione di energia elettrica e termica. Una possibile soluzione per garantire la sostenibilità ambientale della bioenergia può essere quella di istituire un sistema di standard di sostenibilità e criteri di certificazione.

Dal punto di vista economico e sociale, uno dei maggiori vantaggi delle bioenergie è connesso alle opportunità che da esse derivano per il settore primario e per le aree rurali.

La diffusione di iniziative di valorizzazione energetica della biomassa possono contribuire non solo alla soluzione di problemi energetici a livello locale e globale, ma anche al miglioramento della dimensioni economica e sociale di specifici territori. Sebbene i benefici per le aree rurali derivanti dalla diffusione delle bioenergie dipendano dalle specifiche caratteristiche socio-economiche dei diversi territori, in generale questi riguardano:

- la possibilità di rivitalizzare il settore primario;
- la creazione di possibilità di sviluppo e diversificazione dell'economia rurale;
- la creazione di nuove opportunità di reddito per gli operatori del settore primario ed in generale per le popolazioni rurali;
- la creazioni di nuovi posti di lavoro⁵⁴;
- la diversificazione dell'approvvigionamento energetico;

Oltre ai benefici socio-economici a livello locale, anche a livello nazionale lo sviluppo delle bioenergie comporta possibili vantaggi in quanto, come affermato in precedenza, contribuisce:

- alla sicurezza dell'approvvigionamento energetico;
- alla riduzione delle importazioni di energia (con effetti, diretti ed indiretti, sul Prodotto Interno Lordo e sulla Bilancia commerciale)
- al raggiungimento degli obiettivi previsti dal protocollo di Kyoto.

Anche sotto il profilo socio-economico lo sviluppo delle bioenergie presenta alcuni elementi di criticità. Ad esempio in alcuni casi a parità di energia prodotta, il costo di produzione delle bioenergie risulta superiore a quello delle fonti convenzionali: è questo il caso dei biocarburanti, che risentono molto dell'incidenza del costo della materia prima⁵⁵. Di conseguenza, per stimolare la diffusione delle bioenergie e renderle competitive sul mercato, viene fatto ricorso ad una serie di strumenti (aiuti diretti alla produzione delle materie prime, agevolazioni fiscali, riduzioni delle accise, etc.) che

⁵⁴ Le tecnologie rinnovabili infatti sono in generale più intensive in termini di lavoro occupato rispetto a quelle convenzionali ed il settore bioenergetico ha un elevato potenziale in termini di creazione di opportunità occupazionali sia dirette che indirette (indotto).

⁵⁵ Il risultato confronto con le fonti tradizionali risulterebbe diverso se nei prezzi di mercato si tenesse conto dei costi esterni legati all'impiego dei combustibili fossili.

assorbono una quota consistente della spesa pubblica gravando sui contribuenti e/o sui consumatori⁵⁶.

Infine, uno dei temi che negli ultimi tempi è stato al centro di un acceso dibattito riguarda il conflitto tra l'utilizzo energetico della biomassa e gli altri usi a cui può essere destinata, in primis l'alimentazione umana e animale, ma non solo (vedi l'industria della carta). Sul fronte della sicurezza alimentare⁵⁷ sono le coltivazioni dedicate a destare le maggiori preoccupazioni per via del loro conflitto con la produzione alimentare. Dato che il fattore terra è fisicamente limitato, in seguito ad un aumento delle coltivazioni a scopo energetico, diminuiscono i terreni utilizzabili per fini alimentari. Inoltre in alcuni casi (mais, soia cereali, etc.) le stesse colture energetiche potrebbero essere usate per l'alimentazione. Ciò fa sorgere dubbi di tipo etico, specialmente alla luce della sottonutrizione che affligge gran parte dei Paesi in via di sviluppo.

Uno dei maggiori rischi di questo conflitto risiede nella possibilità che si verifichi una forte contrazione dell'offerta di materie prime agricole da destinare alla produzione alimentare ripercuotendosi sui prezzi dei prodotti agricoli di base, determinando così una riduzione del potere di acquisto dei consumatori ed aggravando la situazione alimentare, già critica, di molti PVS. A questa situazione può contribuire anche il duplice effetto dell'andamento del prezzo del petrolio, che da un lato produce un aumento dei costi di produzione agricoli con conseguente riduzione dell'offerta agricola, mentre da un altro stimola lo sviluppo delle bioenergie al fine di sostituire i derivati del petrolio.

Tuttavia, da un altro punto di vista, ad un aumento dei prezzi alimentari corrisponde un maggiore reddito a disposizione degli agricoltori e più in generale delle aree rurali. Ciò potrebbe tradursi in un vantaggio in termini di opportunità di reddito per molti piccoli agricoltori dei PVS.

⁵⁶ Non tutte le bioenergie presentano gli stessi problemi sul piano della competitività con i combustibili fossili, ad esempio l'utilizzo della biomassa legnosa per la produzione di energia termica risulta in molti casi più vantaggiosa dei combustibili fossili.

⁵⁷ Secondo la FAO la sicurezza alimentare è quella condizione in cui "tutti gli individui hanno la possibilità fisica ed economica di accedere, in ogni periodo della loro vita, ad una quantità di cibo sano, nutriente e sufficiente a soddisfare le proprie necessità nutrizionali e le loro preferenze alimentari, al fine di poter condurre una vita sana e attiva" [FAO (2002)]

I vari elementi di criticità sopra ricordati dovrebbero essere valutati con attenzione all'interno delle politiche di promozione delle bioenergie, al fine di bilanciare correttamente le varie esigenze economiche, sociali ed ambientali.

3.8.3 – La valorizzazione energetica della biomassa legnosa

Ai fini del presente lavoro, tra le varie tipologie di bioenergia, ci concentreremo sulla valorizzazione energetica della biomassa di origine forestale. In particolare, sulla base del quadro teorico delineato nel primo capitolo, cercheremo, attraverso l'analisi di un particolare caso studio, di dimostrare come la bioenergia, in certe condizioni, possa costituire un esempio di innovazione nelle aree rurali. Prima di procedere a tale analisi, che sarà condotta nel capitolo successivo, risulta opportuno chiarire alcuni concetti generali relativamente all'utilizzo energetico delle biomasse legnose.

Tra le varie tipologie di biomassa utilizzabili per fini energetici un ruolo significativo è ricoperto dalle biomasse legnose, le quali possono provenire da diversi settori (Tabella 3.9).

Tabella 3.9 – Biomassa legnosa per usi energetici per settore di provenienza.

Settore forestale	Settore agricolo	Settore civile	Settore industriale
<ul style="list-style-type: none"> - Utilizzazione dei boschi cedui - Conversione dei boschi cedui - Residui di interventi nelle fustaie - Residui di interventi selvicolturali 	<ul style="list-style-type: none"> - Filari e siepi - Potature in colture legnose - Colture dedicate (short rotation forestry) 	<ul style="list-style-type: none"> - Residui degli interventi sul verde urbano - Componente legnosa dei rifiuti solidi urbani - Rifiuti legnosi speciali (legno da demolizioni, mobili, ecc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Residui della lavorazione del legno

Fonte: elaborazione propria

A sua volta le biomasse legnose possono essere utilizzate per tali fini sotto diverse forme:

- *Legna in pezzi*

Si tratta della legna da ardere venduta in ciocchi o tronchetti con pezzature variabili e tenore di umidità generalmente inferiore al 50%. L'utilizzo di questa tipologia di combustibile è prevalentemente di tipo domestico in piccoli impianti ad

alimentazione manuale e risulta abbastanza diffuso soprattutto nelle aree rurali e prevalentemente nelle zone montane.

- *Cippato*

E il materiale ottenuto dal legno attraverso un'operazione meccanica (la cippatura) che lo riduce in scaglie di dimensioni abbastanza piccole. Questo materiale si ricava in genere dai residui forestali (ad es. ramaglie e cimali), dai residui delle potature di colture arboree e da impianti arborei a ciclo breve (Short Rotation Forestry). Oltre che come combustibile, il cippato è utilizzato nell'industria di produzione della carta, nella produzione di pannelli di legno e di compost. Rispetto alla legna in pezzi presenta il vantaggio di essere idoneo all'alimentazione automatica degli impianti energetici ed inoltre la sua pezzatura consente di velocizzare le operazioni di carico e trasporto del materiale. Oltre a questi vantaggi la cippatura permette anche di aumentare la produttività delle attività agricole e forestali, consentendo la valorizzazione di materiali residuali che sarebbero altrimenti abbandonati o per i quali si dovrebbero trovare modalità alternative di smaltimento. Per il cippato destinato ad essere utilizzato per la produzione di energia risultano particolarmente importanti, per garantire il buon funzionamento degli impianti, due caratteristiche qualitative: la pezzatura (omogenea) ed il tenore di umidità (in genere al di sotto del 30%).

- *Pellet*

Il pellet è un biocombustibile ottenuto comprimendo il legno polverizzato in bastoncini del diametro compreso tra 6 ed 8 mm e di lunghezza tra 1,5 e 3 cm. Si ottiene con apposite macchine (pellettatrici) a partire da segatura, polvere di legno o scarti di legno vergine (non trattato con agenti chimici e vernici). Il pellet si caratterizza per la bassa umidità (8-12%) e per un elevato potere calorifico. In considerazione delle fasi di lavorazione necessarie all'ottenimento del pellet, il pellet presenta un costo di produzione (e quindi un prezzo) maggiore rispetto alla legna in pezzi ed al cippato per via della più complessa fase di lavorazione necessaria per ottenerlo. Si tratta comunque di un biocombustibile che sia in termini di prezzo, sia per la facilità d'uso, movimentazione e stoccaggio, è piuttosto competitivo rispetto ai combustibili fossili tradizionali. Attualmente è già molto utilizzato in alcuni Paesi

europei come l’Austria, soprattutto in impianti termici residenziali di piccole e medie dimensioni ed il suo uso risulta in costante crescita anche in Italia.

- *Bricchetti*

I bricchetti sono cilindri o parallelepipedi di lunghezza tipica tra 30 e 40 cm ottenuti, come il pellet, dalla pressatura ad alta pressione della biomassa legnosa triturrata e preventivamente essiccata. La densificazione della biomassa in bricchetti presenta vantaggi simili alla trasformazione in pellet, tra i quali il miglioramento delle caratteristiche fisiche della biomassa, che comporta una migliore combustione, ed una riduzione dei volumi, che facilita trasporto e stoccaggio del materiale. Dall’altro lato, al pari della pellettizzazione, il processo di bricchettatura necessita di varie fasi di trasformazione del materiale (essiccazione, triturazione, ecc.) che incidono sul costo finale del combustibile.

Le iniziative di valorizzazione energetica dei combustibili legnosi si possono basare su diversi modelli organizzativi e gestionali (filiera), la cui complessità varia a seconda del ruolo ricoperto dall’azienda agricolo-forestale. A tal proposito è possibile individuare:

- *Attività di produzione del materiale legnoso*

L’azienda agro-forestale produce il combustibile legnoso e lo vende a terzi (che gestiscono le fasi successive fino all’ottenimento dell’energia).

- *Filiera dell’autoconsumo.*

L’azienda agro-forestale produce il combustibile legnoso, dai sistemi arborei di cui dispone, in quantità necessaria a soddisfare il proprio fabbisogno annuo di energia.

- *Filiera integrata.*

L’imprenditore agro-forestale, oltre ad alimentare il proprio impianto con il combustibile legnoso autoprodotta, disponendone in eccesso rispetto al proprio fabbisogno annuo, lo colloca sul mercato locale stipulando contratti di fornitura con soggetti pubblici o privati.

- *Filiera integrale.*

L’imprenditore agro-forestale, in forma singola o associata, produce il biocombustibile, realizza l’investimento per l’impianto e, attraverso questo, trasforma la biomassa in energia (termica od elettrica) che vende a terzi.

Per quanto riguarda la conversione energetica utilizzata, le biomasse legnose, per via delle loro caratteristiche, risultano idonee ad essere sottoposte a processi termochimici, che consentono di ricavare energia dalla biomassa attraverso l'azione del calore. Esistono più processi di questo tipo che possono essere applicati alla conversione energetica del legno e dei suoi derivati, tra cui:

- *La combustione diretta*

Rappresenta il metodo più semplice e più antico per convertire l'energia chimica delle biomasse in calore. Può essere rivolta alla sola produzione di calore per riscaldamento o acqua calda sanitaria, ma è anche possibile utilizzare il calore ottenuto per la produzione di energia elettrica.

- *La pirolisi*

Processo di decomposizione termochimica dei materiali organici che permette di ottenere prodotti solidi liquidi e gassosi in proporzioni diverse, a seconda della temperatura alla quale si effettua il processo stesso.

- *La gassificazione*

Processo termochimico di conversione di combustibili solidi come la legna, in combustibili gassosi, utili sia come combustibili sia come materia prima per diversi processi chimici.

- *La carbonizzazione*

Processo relativamente semplice attraverso cui il legno per effetto di una combustione in presenza di una modesta quantità di ossigeno, subisce un'ossidazione incompleta dando origine appunto al carbone.

- *La liquefazione*

Processo di conversione di combustibili solidi in combustibili liquidi.

I biocombustibili legnosi possono essere impiegati per la produzione di energia termica ed elettrica o, attraverso la cogenerazione, di entrambe. La produzione di calore per il riscaldamento degli ambienti domestici e lavorativi è sicuramente l'impiego più diffuso, mentre la sola produzione di energia elettrica richiede consistenti consumi di legno a fronte di rendimenti complessivi piuttosto bassi. In particolare molto spesso l'utilizzo della biomassa legnosa per la produzione di energia elettrica avviene in grandi impianti, spesso in co-combustione con fonti energetiche fossili. Diversamente la cogenerazione, ovvero la tecnologia che consente di ricavare dalla biomassa sia energia

termica che elettrica, permette di valorizzare al meglio i biocombustibili legnosi. Rispetto alla produzione separata delle due forme di energia, la cogenerazione si caratterizza per rendimenti superiori in grado di garantire elevati standard di economicità anche per impianti di dimensioni relativamente piccole.

Una differenza, a nostro avviso fondamentale, tra gli impianti termici alimentati con biocombustibili legnosi e quelli che producono energia elettrica risiede proprio nella modularità della scala degli impianti. Vale a dire che la taglia degli impianti per la produzione di calore varia a seconda della tipologia di utenza (singola o collettiva) a cui deve essere fornito il calore. Gli impianti per la produzione di energia elettrica, per le loro dimensioni maggiori, oltrepassano sempre la dimensione domestica rivolgendosi, attraverso la rete di trasmissione elettrica, ad un'utenza collettiva destinata a rimanere anonima. Tutto ciò comporta una serie di implicazioni in relazioni al tema dell'innovazione che però saranno analizzate più avanti.

Nell'ambito della produzione di energia termica, che come si è detto costituisce il principale impiego della biomassa legnosa, le soluzioni tecnologiche sono molte e diversificate, e vanno dagli apparecchi domestici caricati manualmente (caminetti, inserti per caminetti, stufe) a sistemi a caricamento automatico ed a funzionamento continuo della potenza di alcuni MWt. In questo contesto si inseriscono gli impianti di teleriscaldamento a biomassa che hanno visto negli ultimi decenni un'importante diffusione anche in Italia, oltre che in molti Paesi europei tradizionalmente legati all'uso energetico del legno, come l'Austria ed i Paesi scandinavi.

E' proprio sul processo che ha portato alla realizzazione di un piccolo impianto di teleriscaldamento alimentato con biomassa forestale in un area rurale della Toscana che si incentrerà il prossimo capitolo.

3.8.4 – Il teleriscaldamento a biomasse

Il teleriscaldamento, da un punto di vista tecnico, consiste nella produzione centralizzata di energia in una centrale termica di potenza medio grande e nella sua distribuzione, sotto forma di acqua calda, a varie utenze di tipo domestico o di altra natura (ad esempio edifici commerciali, edifici pubblici, ospedali, ecc.). Il calore viene distribuito attraverso una rete di tubazioni interrate ed opportunamente coibentate che

connettono il generatore termico alle utenze finali tramite uno scambiatore, soddisfacendone i fabbisogni in termini di riscaldamento e di acqua calda sanitaria.

Ogni utenza è indipendente e paga al gestore dell'impianto il solo calore, adeguatamente contabilizzato, assicurandosi il notevole vantaggio del minore costo del kWh termico sia rispetto a sistemi centralizzati alimentati a combustibili fossili, sia a confronto con un eventuale impianto singolo anche a biomassa⁵⁸.

Questo tipo di soluzione permette di utilizzare il combustibile in maniera più efficiente attraverso impianti con rendimenti maggiori rispetto a quelli utilizzabili per la produzione della stessa quantità di calore da parte delle singole utenze. La concentrazione consente inoltre un migliore controllo delle emissioni inquinanti e la possibilità di poter produrre anche l'energia elettrica in cogenerazione, con notevoli vantaggi dal punto di vista ambientale.

Dal punto di vista economico impianti di questo tipo si caratterizzano per la necessità di spese di investimento piuttosto consistenti, soprattutto se paragonate con quelle necessarie per realizzare impianti a combustibili fossili. Lo svantaggio legato alla maggiore spesa iniziale può tuttavia essere bilanciato dai minori costi di esercizio connessi alla minore spesa per l'approvvigionamento del combustibile. L'economicità in ogni caso appare fortemente condizionata dalle caratteristiche dei diversi territori in cui si ipotizza di collocare l'impianto.

Particolarmente idonee alla realizzazione di reti di teleriscaldamento alimentate a biomasse legnose appaiono le aree non raggiunte dalla metanizzazione, cioè in genere le aree rurali e montane. Poiché tali aree sono generalmente anche quelle in cui è maggiormente concentrata la produzione del combustibile, gli impianti di teleriscaldamento rappresentano anche una soluzione compatibile con gli usi locali della biomassa, che risultano essere, come si vedrà meglio più avanti, la soluzione più vantaggiosa per l'utilizzo di tale fonte energetica.

⁵⁸ I vantaggi per l'utenza non si esauriscono solo in risparmi di costo, ma includono una serie di benefici indiretti, quali ad esempio la garanzia di continuità del servizio, la disponibilità di calore senza necessità di controllo diretto di una caldaia, la sicurezza rispetto a rischi di scoppi, incendi, ecc. data dal fatto che la combustione viene realizzata presso la centrale termica in maniera controllata e lontano dalle abitazioni.

3.8.5 – Elementi di criticità ed opportunità delle biomasse legnose

Anche l'impiego delle biomasse legnose per fini energetici presenta degli elementi di criticità di varia natura. Sotto il profilo ambientale è opportuno distinguere tra la fase di produzione e lavorazione della materia prima e quella dell'utilizzo del biocombustibile. Nel primo caso rientrano i possibili impatti negativi arrecati al patrimonio boschivo, nel caso di biomasse di origine forestale, oppure agli ecosistemi ad alto valore ecologico, nel caso di impianti di forestazione a ciclo breve. A tal fine è opportuno che la pressione sulle risorse forestali, in termini di prelievo annuo, si mantenga al di sotto della capacità di rinnovamento del bosco, e che gli impianti di short rotation forestry (SRF) siano realizzati su terreni già sfruttati in maniera intensiva, in modo da migliorare la condizione complessiva dell'ecosistema.

Ulteriori criticità si riscontrano in relazione alla lavorazione dei combustibili legnosi, sia in caso di risorse forestali che in presenza di SRF, a causa delle emissioni e del consumo di risorse imputabili alla trasformazione ed al trasporto del materiale legnoso.

Sul versante dell'utilizzo della biomassa legnosa, i possibili problemi emergono in fase di conversione e consistono nelle emissioni di sostanze inquinanti generate dalla combustione del materiale legnoso. Le emissioni di benzene ed altri idrocarburi policiclici aromatici, che costituivano un aspetto problematico nell'ambito dei tradizionali impianti di combustione (ad esempio i vecchi caminetti), sono state oggi drasticamente ridotte grazie all'ottimizzazione della combustione raggiunta nell'ambito delle moderne tecnologie; rimane invece un aspetto critico quello delle emissioni di polveri sottili. Queste ultime sono facilmente riducibili attraverso l'applicazione di opportuni filtri, ma richiedono in ogni caso un attento monitoraggio per verificare il rispetto dei limiti di legge stabiliti.

I biocombustibili legnosi presentano però anche notevoli ricadute positive, come il fatto di essere una fonte energetica neutrale dal punto di vista delle emissioni di CO₂. Altri ricadute positive si possono riscontrare in una migliore gestione del bosco, stimolata da un prelievo efficiente della risorsa forestale, e nel ripristino, attraverso un'attenta tecnica di SRF, di terreni agricoli degradati.

Inoltre rimane valido quanto affermato in precedenza relativamente ai benefici connessi alle opportunità di sviluppo (occupazione, reddito, etc.) delle aree rurali e alla riduzione della dipendenza energetica dai combustibili fossili. In maniera particolare

l'uso di biomasse forestali per la produzione di energia può essere positivo per la rivitalizzazione delle attività nelle aree montane dove si concentra gran parte della materia prima e dove, in molti casi, la scarsità di prospettive di sviluppo determina fenomeni di spopolamento ed abbandono.

Tabella 3.10 – Biomassa legnosa per usi energetici per settore di provenienza.

Combustibili (accisa inclusa, franco consumatore, iva esclusa) w=tenore di umidità	MWh	€	€/MWh	Rapporto (1,00=costo energia cippato)
1000 mc metano (servito)	10	680	68	3,30
1000 l gasolio agricolo	9,59	740	77,16	3,75
1000 l gasolio da Riscaldamento	10,7	1010	94,39	4,58
1000 l GPL (sfuso)	6,39	970	151,80	7,37
100 kg GPL (in bombola da 15 kg)	1,29	221	171,32	8,32
1 t di legna a pezzi	3,69	130	35,23	1,71
1 t di cippato w=30%	3,4	70	20,59	1,00
1 t di pellet sfuso w=8%	4,7	180	38,30	1,86
1 t pellet in sacchi da 15kg w=8%	4,7	350	74,47	3,62

Fonte: elaborazione propria su dati ARSIA

Con riferimento agli aspetti più strettamente economici, occorre rilevare che uno dei maggiori vantaggi dell'uso dei biocombustibili legnosi rispetto a quelli convenzionali è dato dai loro minori costi. Diversamente i costi iniziali di investimento per la realizzazione di impianti alimentati a biomasse legnose sono in genere superiori rispetto a quelli necessari per l'installazione di impianti alimentati con fonti fossili. I risparmi conseguibili in relazione ai minori costi del combustibile rappresentano quindi un elemento decisivo affinché l'impiego del legno a fini energetici possa risultare competitivo. Per dare un'idea dei diversi costi di produzione dell'energia, si riportano i dati relativi ai prezzi medi di diversi combustibili rapportati alle quantità di energia primaria ricavabili dal loro impiego (Tabella 3.10). Il cippato presenta i valori di costo più bassi, mentre il pellet si caratterizza per un prezzo più alto, che riflette la maggiore complessità delle fasi di trasformazione necessarie al suo ottenimento. Pur trattandosi di valori indicativi, risulta comunque evidente l'entità dei risparmi conseguibili utilizzando i combustibili legnosi al posto di quelli di origine fossile.

Tra i vantaggi caratteristici dell'uso delle biomasse legnose risulta infine importante osservare come il loro impiego a fini energetici (soprattutto con riferimento al materiale

di origine forestale) non ponga il problema, molto dibattuto invece con riferimento ad altre opzioni bioenergetiche, del conflitto tra usi energetici ed usi alimentari delle risorse.

3.8.6 – Principali strumenti legislativi a supporto del settore legno-energia

In linea con le strategie comunitarie che, come osservato in precedenza, da alcuni anni cercano di incentivare la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili e delle bioenergie, anche a livello nazionale le politiche energetiche si sono orientate, seppure con un certo ritardo rispetto ad altri Paesi, in questa direzione. Negli anni novanta in modo particolare l'Italia ha realizzato un forte cambiamento nella propria politica energetica orientandola, anche alla luce degli impegni presi a livello internazionale, verso una strategia di protezione dell'ambiente.

Con particolare riferimento al settore bioenergetico, nel 1998 è stato approvato il "Programma Nazionale Biocombustibili" (PROBIO) che costituisce il primo tentativo a livello nazionale teso a sviluppare e promuovere l'utilizzo di biocombustibili e biocarburanti nei trasporti e nella produzione di energia termica ed elettrica. Il PROBIO è stato approvato dal CIPE nel 2000 in ottemperanza alla legge n. 423 del 1998 "Interventi strutturali urgenti nel settore agricolo, agrumicolo e forestale" la quale stabilisce che (articolo 3, punto 4) per avviare le azioni nazionali derivanti dall'applicazione delle determinazioni adottate dalla conferenza di Kyoto per la riduzione delle emissioni gassose, il MiPAF presenta al CIPE per l'approvazione un programma nazionale denominato "Biocombustibili", per la cui realizzazione è autorizzata la spesa annua di 5 miliardi di lire a decorrere dal 1999.

Il PROBIO, che non prevede interventi di sostegno "ordinario" al mondo produttivo, ha l'intento di promuovere le filiere bioenergetiche attraverso l'incentivazione di attività divulgative e programmi dimostrativi regionali e interregionali a forte caratterizzazione territoriale, in grado di stimolare le amministrazioni locali, oltre che gli imprenditori agricoli ed industriali, verso un ulteriore sviluppo dei biocombustibili. Nell'ambito del programma sono stati finanziati numerosi progetti sia regionali che interregionali che hanno sperimentato l'utilizzo di biomasse a fini energetici e biocarburanti nei trasporti.

Attualmente la valorizzazione energetica delle biomasse rappresenta uno dei punti cardine della strategia nazionale per la riduzione delle emissioni di gas serra e della

dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili. I principali strumenti disegnati per incentivare la produzione e l'utilizzo energetico di biomasse sono stati tuttavia concentrati soprattutto nella promozione degli usi elettrici e per trasporti. Progetti relativi alla produzione di energia termica dalla biomassa legnosa sono stati invece realizzati nell'ambito del citato programma PROBIO.

L'attuale normativa rilevante per il settore dell'impiego di biomassa legnosa per energia abbraccia molti ambiti diversi: dai provvedimenti relativi alle fasi di reperimento della biomassa a quelli che riguardano l'energia prodotta dagli impianti di conversione. Nell'ambito delle norme relative alle risorse forestali merita di essere ricordato in particolare il DPR124/2002 rivolto a favorire la diffusione delle pratiche di manutenzione dei boschi, quali misure di tutela dell'ambiente e di difesa dal rischio di dissesto idrogeologico. Con tale decreto è stata prevista la detrazione d'imposta IRPEF del 36% del costo degli interventi realizzati per la salvaguardia dei boschi.

Tra i provvedimenti che riguardano direttamente gli operatori della filiera legno-energia occorre ricordare la legge finanziaria 2007 che incentiva la produzione e la vendita dell'energia da parte degli operatori agricoli e forestali. La legge n. 296 del 2006 ha stabilito, infatti, che "la produzione e la cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali [...] provenienti prevalentemente dal fondo, effettuate dagli imprenditori agricoli, costituiscono attività connessa ai sensi dell'articolo 2135 del Codice Civile e si considerano produttive di reddito agrario" [l. 296/2006 art.1 comma 369].

La stessa norma ha infine previsto un'aliquota IVA agevolata (pari al 10%) per la prestazione di servizi, per le apparecchiature e per i materiali relativi alla fornitura di energia termica dalle reti di teleriscaldamento alimentate da fonti rinnovabili ed impianti di cogenerazione. Altri strumenti legislativi, in qualche modo connessi con la promozione del settore legno energia, sono infine quelli rivolti ad incentivare il risparmio energetico e l'efficienza negli usi finali dell'energia.

Tra i provvedimenti più recenti ricordiamo l'istituzione dei cosiddetti *certificati verdi agricoli* e della *tariffa omnicomprensiva* previsti dalla recente normativa per incentivare la produzione di energia elettrica da biomassa. In particolare, secondo quanto previsto dalla Legge n. 244/2007 e successive modifiche (Finanziaria 2008), i certificati verdi hanno un valore unitario pari ad 1 MWh e sono emessi dal GSE (Gestore Servizi

Elettrici) nei confronti degli impianti a fonti rinnovabili entrati in esercizio dopo il 31/12/2007. Il prezzo dei certificati verdi si forma sul mercato, ma per l'energia elettrica prodotta attraverso l'utilizzo di biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta (raggio di 70 km) è riconosciuto un coefficiente di 1,80, valore che scende a 1,30 per le altre tipologie di biomassa.

Su richiesta del produttore, in alternativa ai certificati verdi, la normativa prevede che l'incentivazione può essere riconosciuta dal GSE mediante la corresponsione di una Tariffa Onnicomprensiva (TO) – della durata di 15 anni – nel caso di impianti di potenza nominale media annua non superiore ad 1 MW per gli altri impianti a biomassa. La TO comprende sia il valore dell'incentivo che il ricavo per la vendita dell'energia elettrica prodotta. Il valore della TO varia a seconda della fonte e per le biomasse solide ed il biogas è previsto in 28 €/cent/kwh.

In alcuni casi gli impianti alimentati a biomasse – o meglio i loro gestori – possono accedere anche al mercato dei titoli di efficienza energetica (TTE) o *certificati bianchi*. I TTE sono stati istituiti in Italia dai Decreti del Ministero delle Attività Produttive, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 20 luglio 2004 (D.M. 20/7/04 elettricità, D.M. 20/7/04 gas) e successivamente modificati ed integrati con il D.M. 21/12/07. I TEE sono emessi dal Gestore del Mercato Elettrico (GME) a favore dei distributori di energia elettrica, delle società controllate dai distributori medesimi e delle società operanti nel settore dei servizi energetici (*ESCO*) al fine di certificare la riduzione dei consumi conseguita attraverso interventi e progetti di incremento di efficienza energetica. Un TEE corrisponde ad una Tonnellata equivalente di petrolio (Tep) e può attestare il risparmio energetico conseguito in seguito a tre tipologie di intervento: riduzione del consumo di energia elettrica, riduzione del consumo di combustibili fossili, riduzione del consumo di energia primaria.

La breve esposizione di quelli che sono alcuni degli strumenti di incentivazione dell'energia da biomassa mostra un certo interesse a livello nazionale per la diffusione di queste applicazioni, anche se in generale vien preferita la produzione di energia elettrica a quella termica. Tuttavia, la maggior parte degli incentivi in materia di produzione ed utilizzo delle biomasse provengono dalle Regioni, sia attraverso le politiche per l'agricoltura e le foreste, sia attraverso quelle energetiche.

La Regione Toscana ad esempio negli ultimi anni è stata particolarmente attiva sul versante delle fonti energetiche rinnovabili, sia attraverso interventi di tipo legislativo sia tramite il sostegno finanziario a progetti tesi alla promozione e allo sviluppo delle FER. Già la Legge Regionale n. 45 del 1997, recante *Norme in materia di risorse energetiche*, impegnava il governo regionale ad orientare e promuovere la riduzione e razionalizzazione dei consumi energetici, nonché l'uso delle fonti rinnovabili. Per realizzare tali obiettivi la L.R. n. 45/97 prevedeva come strumenti di intervento:

- il Piano Energetico Regionale, come atto di programmazione delle politiche energetiche;
- gli accordi di programma, gli accordi pubblici ed i bandi pubblici, come strumenti per il sostegno ai progetti.

Il Piano Energetico Regionale (PER), previsto dalla L.R. n. 45/97, fu approvato nel gennaio del 2000. Il PER consentiva l'avvio di una serie di iniziative di sostegno finanziario, da parte dell'Assessorato all'ambiente della Toscana, per la promozione delle fonti energetiche rinnovabili:

- accordo volontario per la promozione del solare termico;
- accordo volontario per la promozione di impianti domestici di riscaldamento a legna;
- bandi per la promozione del solare fotovoltaico;
- bandi per la realizzazione di impianti energetici a servizio delle aziende agricole.

Nel 2005 è stata approvata dal Consiglio Regionale una nuova legge recante disposizioni in materia di energia (L.R. n. 39/2005), che contiene interessanti novità sul versante delle fonti di energia rinnovabile e sui relativi strumenti attuativi, come ad esempio:

- un più marcato orientamento verso la promozione di fonti rinnovabili;
- semplificazione delle procedure, con l'esclusione dell'obbligo di autorizzazione per i piccoli impianti ed altre facilitazioni;
- obbligo di installazione di pannelli solari per le nuove costruzioni.

Per quanto riguarda la promozione e lo sviluppo di filiere agro-energetiche sostenibili, la Regione Toscana ha intrapreso una serie di azioni specifiche dando particolare rilievo ai seguenti aspetti:

- collegamento stretto tra la produzione primaria e la produzione di energia;

- promozione di filiere corte a livello locale;
- coinvolgimento del settore primario nelle varie fasi della filiera;
- attenta verifica dei presupposti di sostenibilità economica ed ambientale.

Nello specifico, le principali misure volte ad agevolare lo sviluppo del comparto agro-energetico in Toscana sono contenute nei seguenti **strumenti** di governance territoriale:

a) Piano di Indirizzo Energetico Regionale (PIER)

Il nuovo PIER è attualmente in fase di definizione; nel suo documento preliminare esso si pone l'obiettivo di portare la quota di rinnovabili nella produzione di energia al 25% nel 2020, così articolata: energia elettrica al 50%; energia termica al 15%; biocarburanti al 10% dei carburanti impiegati in Toscana per autotrazione. Per raggiungere tali obiettivi si prevede di favorire l'impiego delle biomasse agricole e forestali per la produzione di energia e promuovere azioni tese allo sviluppo della produzione in Toscana di biodiesel e bioetanolo, coniugando gli sviluppi sul fronte della ricerca con la possibilità di costruire filiere produttive sostenibili sul piano ambientale, economico e paesaggistico.

b) Programma Forestale Regionale (PFR)

Il PFR 2007-2011 approvato dal Consiglio Regionale con la delibera n. 125 del 13/12/2006 individua nell'utilizzazione energetica delle biomasse forestali a fini energetici non solo uno strumento di valorizzazione economica ma anche uno strumento per effettuare interventi di manutenzione delle foreste, decisivi per il loro equilibrio. In base a questa logica deve essere praticata una selvicoltura sostenibile che valorizzi le risorse del territorio locale

c) Fondo regionale di garanzia per le energie rinnovabili

La Giunta della Regione Toscana con la propria delibera n.291 del 2 maggio 2006 ha approvato il programma di incentivazione finanziaria in materia di produzione di energia da fonti rinnovabili, nonché di eco-efficienza in campo energetico tramite il ricorso al fondo regionale di garanzia. La dotazione complessiva del fondo regionale di garanzia è stata fissata in 2 milioni di euro. Possono beneficiare della garanzia del presente fondo i seguenti soggetti:

- le Piccole e Medie Imprese, così come definite dalla Commissione Europea;

- i Comuni, le Province, le Comunità Montane, nonché i loro consorzi e le loro società consortili;

- le persone fisiche.

In questo caso non ci troviamo di fronte ad una vera e propria agevolazione finanziaria sotto forma di contributo a fondo perduto o contributo in conto interessi, ma l'aiuto è rappresentato dalla possibilità da parte degli investitori di ottenere il rilascio di una garanzia principale pari all'80% del finanziamento, che gli stessi andranno a richiedere nei confronti degli istituti di credito convenzionati. In pratica la Regione, tramite la sua finanziaria regionale (Fidi Toscana Spa) rilascia la propria garanzia, con lo scopo di agevolare l'accesso al credito da parte degli investitori.

d) Programma degli Investimenti per la produzione di energia per le aree rurali

Il programma (previsto dalla L.R. 70/2005), che ha una dotazione finanziaria di 4 milioni di euro ed è stato approvato dal Consiglio Regionale il 23-10-2006, prevede interventi e incentivazioni per la realizzazione di impianti alimentati a biomasse di origine agro-forestale per la produzione di energia termica (teleriscaldamento) e cogenerazione in aree rurali con centro abitato inferiore a 15.000 abitanti. I beneficiari sono gli Enti pubblici territoriali: Comuni, Comunità Montane e Province. La forma di finanziamento prevista consiste in un contributo del 50% in conto capitale per un importo massimo di 400.000 € La Regione Toscana con decreto n. 1713 del 13 aprile 2007, ha approvato il bando relativo al suddetto Programma. Con lo stesso decreto ha istituito una commissione tecnico-scientifica per la valutazione dei progetti, costituita da rappresentanti della Giunta Regionale, delle Agenzie regionali e di centri universitari o di ricerca per le materie di competenza. ARTEA viene individuata quale soggetto di riferimento per la ricevibilità delle domande di contributo, per la verifica dell'ammissibilità amministrativa, la cura dei rapporti con i beneficiari, la liquidazione dell'anticipo e del saldo.

Sempre in ambito regionale risultano particolarmente importanti per lo sviluppo del settore bioenergetico – in particolare della filiera legno-energia - le disposizioni riguardanti il patrimonio forestale. In particolare merita attenzione la Legge forestale della Toscana (L.R. 39/2000), che disciplina tutte le attività del settore e sulla base della quale vengono autorizzati i tagli e gli interventi selvicolturali. È proprio questa legge a costituire il riferimento normativo del Piano Forestale Regionale (PFR) al quale è

assegnato l'obiettivo di individuare le linee di sviluppo e di tutela del patrimonio forestale regionale. Per assolvere a questa funzione l'attuale PFR 2007-2011 prevede una strategia basata su quattro punti fondamentali:

- Tutela dell'ambiente. Mantenimento ed appropriato sviluppo delle risorse forestali, miglioramento del ciclo globale del carbonio, mantenimento della salute e della vitalità dell'ecosistema forestale, conservazione e sviluppo della biodiversità negli ecosistemi forestali, ecc.
- Rafforzamento della competitività. Mantenimento e promozione delle funzioni produttive delle foreste e degli interventi tesi a favorire la trasformazione e l'utilizzazione del legno.
- Miglioramento delle condizioni socioeconomiche degli addetti forestali. Attuabile attraverso un'attenzione particolare alla formazione degli operatori forestali ed ambientali, delle guide e degli addetti alla sorveglianza del territorio, oltre che attraverso la promozione di interventi per la tutela e la manutenzione del territorio in grado di stimolare l'occupazione.
- Promozione dell'uso sociale del bosco. Miglioramento della fruizione di questa risorsa naturale da parte dei soggetti, tenendo conto di tutti gli aspetti ricreativi, paesaggistici ed igienico-sanitari ad essa correlati.

Nell'ambito di questi obiettivi generali, il PFR identifica nell'uso delle biomasse forestali a fini energetici non solo uno strumento di valorizzazione economica e di creazione di occupazione, ma anche un'opportunità per effettuare interventi di manutenzione delle foreste importanti sia per il mantenimento del loro equilibrio ecologico sia per migliorarne la fruizione da parte della popolazione. Il PFR 2007-2011 risulta ben coordinato con gli altri piani regionali che, pur riferendosi ad altri settori, prevedono interventi sul patrimonio forestale, in particolar modo esiste coerenza con il Piano di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013.

CAPITOLO 4 IL CASO STUDIO

4.1 – Introduzione

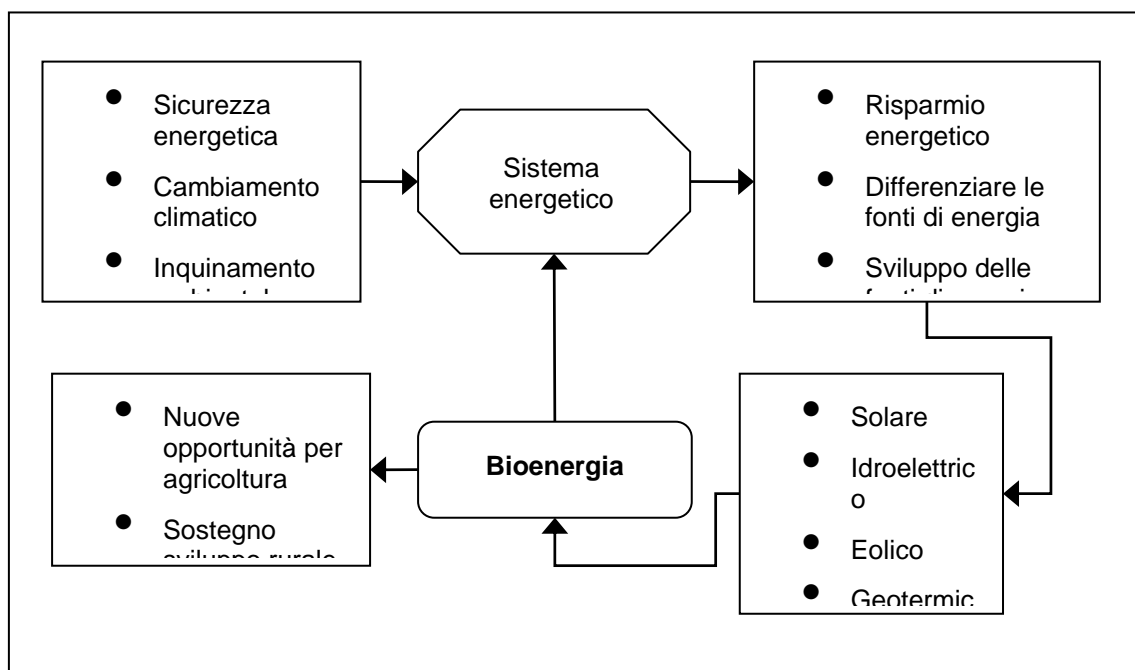
Nei capitoli precedenti, alla luce del quadro energetico globale, è stato introdotto il tema delle bioenergie, delineandone il ruolo ricoperto all'interno della grande famiglia delle fonti di energia rinnovabile (FER). Dalla breve analisi effettuata è stato possibile osservare come le politiche di promozione e sostegno delle bioenergie, specialmente nel contesto dell'UE, ma non solo, siano state predisposte in relazione al raggiungimento di specifici obiettivi quali: la riduzione delle emissioni di gas clima alteranti; la diminuzione della dipendenza energetica dai combustibili fossili; la creazione di nuove opportunità per le imprese agricole e forestali; il sostegno allo sviluppo rurale (Figura 4.1). Da un lato infatti le bioenergie, come tutte le FER, sono chiamate ad offrire il proprio contributo in termini di sicurezza energetica e lotta al riscaldamento globale favorendo, al contempo, la diversificazione delle attività tradizionali del settore primario e lo sviluppo rurale (Gilbertson , 2008).

Queste due tipologie di obiettivi, energetico-ambientali da un lato ed agricolo-rurali dall'altro, in molti casi possono però risultare in conflitto tra loro. In particolare per il raggiungimento degli obiettivi del primo tipo risultano più efficaci le politiche caratterizzate da una dimensione sovra-locale, mentre nel secondo caso sono necessarie iniziative più specifiche che tengano conto del contesto territoriale in cui sono attuate. Ad esempio l'incentivazione della produzione e dell'utilizzo dei biocarburanti voluta dall'Unione Europea può portare ad una diminuzione delle emissioni di CO₂ e ad un minor consumo di benzina e gasolio, mentre, per via del carattere sovranazionale della filiera, i benefici per gli agricoltori e per lo sviluppo rurale tendono ad essere limitati. Diversamente la costruzione di filiere corte basate sulla valorizzazione energetica delle biomasse forestali o dei reflui zootecnici costituiscono reali possibilità di miglioramento per le aziende agricole e per lo sviluppo rurale, anche se il loro contributo in termini di lotta ai cambiamenti climatici e di sicurezza energetica può risultare inferiore.

La sfida delle varie iniziative tese a promuovere le bioenergie è dunque quella di cercare di mantenere una coerenza tra i diversi obiettivi di cui sopra, anche se attraverso

una chiara gerarchia di priorità mutabile a seconda del contesto (locale o globale). Di conseguenza il progressivo inserimento delle bioenergie tra le finalità della politica agraria e della programmazione rurale sta costringendo gli operatori rurali (dagli imprenditori agricoli e le associazioni di categoria agli amministratori locali ed i fornitori di inputs) ad affrontare una serie di problematiche precedentemente estranee alle loro routines. La valorizzazione energetica della biomassa oltre a rappresentare una nuova forma di integrazione del reddito per gli operatori del settore agricolo e forestale, permette dunque di introdurre in ambito rurale tematiche, quali il riscaldamento globale del pianeta e la dipendenza energetica dai combustibili fossili, maggiormente attinenti ad altri ambiti.

Fig. 4.1 – Bioenergia e sistema energetico: problematiche ed opportunità



Fonte: elaborazione propria

Le opportunità derivanti dalle bioenergie ed al contempo la necessità di affrontare nuove problematiche stanno portando ad un cambiamento delle funzioni e dei ruoli tradizionali dei soggetti attivi in ambito rurale, agricoltori in primis, difficilmente praticabile in passato. Tutto ciò si inserisce in uno scenario modificato dalla Riforma Fischler che, introducendo il disaccoppiamento degli aiuti comunitari, ha indubbiamente indebolito l'azione di indirizzo della stessa politica agricola comunitaria. In questo contesto di profonda trasformazione del mondo agricolo e rurale, reso ancora più

evidente dai recenti provvedimenti adottati dall'UE in seguito al processo di revisione della PAC (Health Check), le aziende agricole sono sempre più interessate a diversificare le proprie attività secondo un modello di agricoltura ispirato alla multifunzionalità.

E' proprio in questo allargamento (*broadening*) verso nuove funzioni dell'agricoltura che può essere collocata la bioenergia. In particolare a livello aziendale, a seconda del livello di complessità e di organizzazione, si presentano tre diversi percorsi: coltivare biomassa e venderla a terzi come materia prima per la produzione di bio-combustibili; utilizzare la biomassa coltivata (o gli scarti di specifiche attività aziendali) per la produzione di energia finalizzata all'auto-consumo; utilizzare la biomassa (o gli scarti) per produrre e vendere energia sul mercato. Quest'ultima opzione è stata agevolata, a livello nazionale, da recenti provvedimenti normativi che hanno classificato la vendita di energia da biomassa come attività connessa a quella agricola e quindi soggetta allo stesso regime di tassazione delle attività agricole tradizionali⁵⁹.

Come vedremo in seguito, la valorizzazione energetica delle biomasse non coinvolge soltanto le imprese agricole. Alcune iniziative, specialmente quelle finalizzate alla creazione di filiere (corte) basate sull'utilizzo di materia prima locale, sono infatti in grado di superare la singola dimensione aziendale coinvolgendo i diversi attori rurali (e non solo). Tale mobilitazione di risorse umane e materiali comporta notevoli benefici in termini ambientali, economici ed occupazionali a livello locale, facilitando l'attivazione di nuove relazioni sociali e favorendo la penetrazione di esperienze innovative, non solo dal punto di vista tecnologico, in ambito rurale. A nostro avviso, è proprio grazie a questa capacità di travalicare i confini dell'azienda agraria e di inserirsi nelle più ampie e complesse dinamiche della ruralità, che le bioenergie possono offrire un significativo contributo ad uno sviluppo rurale ispirato ai principi della sostenibilità.

In tale ottica il legame tra la materia prima ed il territorio rurale in cui essa viene utilizzata assume molta importanza. La valorizzazione energetica della biomassa presente in un dato territorio rurale facilita, infatti, il coinvolgimento dei diversi attori rurali contribuendo, al contempo, alla riduzione delle emissioni di gas serra e della dipendenza dal petrolio in ambito territoriale. Per questi motivi le iniziative tese a costruire filiere bioenergetiche caratterizzate da un forte legame con il territorio locale

⁵⁹ Tale norma è stata per la prima volta prevista per la prima volta dalla Legge n. 266 del 23 dicembre 2005 (Legge Finanziaria 2006).

(corte), riscontrabili in diverse comunità rurali, sia in Italia che in Europa, appaiono in grado di raggiungere un compromesso tra i quattro obiettivi perseguiti dalle politiche di promozione delle bioenergie: riduzione delle emissioni gassose; riduzione della dipendenza energetica dai combustibili fossili; creazione di nuove opportunità per il settore primario; sostegno allo sviluppo rurale.

In molti casi però l'impiego della biomassa per fini energetici risulta avulsa dal contesto territoriale in cui è inserita, prescindendo così da un modello organizzativo efficiente di filiera locale in grado di valorizzare tutte le componenti. Ad esempio i biocarburanti sono il risultato di una filiera lunga composta da numerose fasi di lavorazioni, che spesso hanno luogo in aree geograficamente molto distanti tra loro ed al cui interno gli agricoltori occupano un ruolo marginale rispetto a quello dei trasformatori industriali. In maniera simile le centrali elettriche a biomassa di grandi dimensioni, per lo più localizzate in prossimità di porti industriali, impiegano in prevalenza materia prima di origine estera, minimizzando così il legame tra bioenergia e contesto locale.

Inoltre, come dimostrato dal recente ed aspro dibattito sulle politiche di incentivazione dei biocarburanti e le loro ripercussioni sui prezzi dei prodotti agricoli, una crescita su larga scala del comparto delle bioenergie pone numerosi dubbi, critiche e perplessità, sia dal punto di vista ambientale che da quello economico e sociale. Così facendo le bioenergie rischiano di trasformarsi da opportunità per i territori rurali a minaccia per gli stessi. Diversamente, quando inserite in un contesto locale, possono costituire esempi virtuosi di sviluppo rurale sostenibile basati sullo sfruttamento di risorse locali rinnovabili.

La bioenergia però, oltre ad avere assunto particolare rilievo all'interno del dibattito economico-agricolo, può essere considerata come un'innovazione che sempre più interessa il settore agricolo ed il mondo rurale. Un'innovazione che, alla luce del quadro teorico sviluppato nel primo capitolo, non si basa soltanto sull'applicazione di nuove tecnologie, ma che può condurre al ripensamento delle normali routines. All'interno del presente capitolo, attraverso l'analisi di un particolare caso studio e sulla base del quadro teorico precedentemente delineato, cercheremo di dimostrare come alcune iniziative basate sulla valorizzazione energetica delle biomasse rappresentino delle innovazioni di secondo grado capaci di contribuire al consolidamento di un nuovo

paradigma: quello dello sviluppo rurale sostenibile. Nello specifico sarà ricostruito il processo decisionale che ha portato alla realizzazione di un impianto di teleriscaldamento alimentato con biomasse di origine forestale in Toscana. Ciò permetterà anche di avvalorare la tesi secondo la quale le bioenergie, quando inserite in un contesto locale, possono contribuire alla realizzazione di un nuovo sistema energetico sostenibile, decentralizzato e caratterizzato da una forte presenza di fonti energetiche rinnovabile.

4.2 – Il caso studio

4.2.1 – Metodologia d'indagine e contesto di riferimento

Ai fini del presente lavoro, attraverso l'analisi di un caso studio, sono state ricostruite le dinamiche dei processi decisionali che possono portare alla diffusione delle bioenergie nelle aree rurali. Nello specifico è stato analizzato il percorso che ha portato alla realizzazione di un impianto di teleriscaldamento di piccola taglia alimentato a biomassa legnosa di origine forestale nel Comune di Camporgiano, un paese montano situato in un'area rurale e boschiva della Toscana settentrionale in provincia di Lucca.

L'adozione di un approccio di analisi qualitativo, mediante interviste in profondità e gruppi di discussione (focus-group) con gli attori locali, ha consentito di ripercorrere il processo decisionale in base al quale è stata portata avanti una specifica iniziativa tesa alla valorizzazione energetica della biomassa forestale disponibile localmente. E' stato così possibile specificare le principali motivazioni, i soggetti coinvolti ed il modello di governance (*bottom up, top down*) che hanno caratterizzato tale esperienza. Particolare attenzione è stata rivolta all'individuazione dei fattori di successo e di resistenza presenti all'interno del contesto rurale, nonché all'analisi delle relazioni intercorse tra i diversi attori coinvolti nel processo decisionale ed al network venutosi a creare in seguito alla realizzazione dell'impianto a biomasse. Ma soprattutto, il caso studio è stato interpretato applicando il quadro teorico delineato nel primo capitolo, ciò ha permesso di evidenziare gli elementi di innovazione correlati all'iniziativa oggetto di analisi.

La scelta del caso studio è ricaduta sull'impianto di Camporgiano in quanto rappresenta, come sarà chiarito in seguito, una delle prime iniziative di valorizzazione in

chiave bio-energetica delle risorse di un territorio rurale in Toscana. In particolare l'esperienza oggetto di analisi rientra nell'ambito del programma di Iniziativa Comunitaria Leader Plus, dove Leader è l'acronimo francese di *Liaison entre actions de développement de l'économie rurale* (Collegamento fra azioni di sviluppo dell'economia rurale).

Il programma Leader è stato predisposto dall'UE a partire dal 1989 per sostenere piccole porzioni di territorio rurale che fungono da veri e propri laboratori in cui si sperimentano azioni innovative e integrate di sviluppo. L'iniziativa, finanziata dai Fondi strutturali, rientra all'interno della politica europea a favore dello sviluppo rurale (secondo pilastro della PAC) e si pone l'obiettivo di aiutare gli operatori del mondo rurale a prendere in considerazione il potenziale di sviluppo a lungo termine dei territori in cui operano. Le finalità della metodologia Leader sono sommariamente mirate a sostenere dei progetti di sviluppo rurale creati sia a livello locale che in partenariato transnazionale, attentamente coordinati e individuati dai vari GAL (Gruppi di Azione Locale), per rivitalizzare un territorio, creare occupazione e migliorare la qualità della vita delle popolazioni rurali.

Il programma Leader ha attraversato tre forme di applicazione, dallo sperimentale "Leader I" (1989-1993), passando per il "Leader II" (1994-1999) ed il "Leader Plus +" (2000-2006), fino a rappresentare nella nuova programmazione (2007/2013) uno degli Assi (Asse IV Metodo Leader) del Piano Strategico Nazionale (PSN) e dei Programmi di Sviluppo Rurale (PSR) delle singole regioni, tra cui la Toscana⁶⁰. All'interno dei vari PSR tale Asse promuove lo sviluppo integrato, endogeno e sostenibile dei territori rurali attraverso la realizzazione di Piani Locali di Sviluppo (PSL) presentati da Gruppi di Azione Locale (GAL). I PSL sostengono l'attuazione delle Strategie Integrate di Sviluppo Locale (SISL) e la realizzazione di progetti di cooperazione per favorire il miglioramento: della competitività del settore agricolo e forestale, dell'ambiente e dello spazio rurale, della qualità della vita nelle aree rurali.

⁶⁰ Ricordiamo che gli obiettivi del nuovo PSR della Toscana, che ha previsto investimenti consistenti lungo tutto il periodo di applicazione nelle aree rurali eleggibili, a cui concorre anche il programma Leader attraverso l'asse IV, riguardano essenzialmente: l'aumento della competitività del settore agricolo e forestale, la valorizzazione dell'ambiente e delle aree rurali, il miglioramento della qualità della vita nelle zone rurali e la diversificazione delle attività economiche.

L'approccio Leader si contraddistingue per basarsi su una strategia di sviluppo locale comprendente almeno i seguenti elementi:


- programmi territoriali destinati a territori rurali ben definiti, di livello sub regionale;
- approccio dal basso verso l'alto (bottom-up), con gruppi di azione locali (GAL) dotati di potere decisionale in ordine all'elaborazione e all'attuazione di una strategia di sviluppo locale;
- partenariato pubblico-privato sul piano locale (ovvero GAL);
- approccio globale multisettoriale basato sull'interazione tra operatori e progetti appartenenti a vari settori dell'economia locale ;
- implementazione di approcci innovativi;
- realizzazione di progetti di cooperazione;
- collegamento in rete di più partenariati locali.

Leader interviene sui problemi legati ai territori rurali quando sono presenti fattori di crescenti esigenze dei consumatori, limitata diffusione delle nuove tecnologie, invecchiamento della popolazione, esodo rurale; l'intento è potenziare lo sviluppo rurale e incentivare nuove attività e fonti di occupazione. È quindi forte il coinvolgimento dei protagonisti locali e lo scambio delle esperienze tramite l'istituzione di reti e anche la promozione di eventi a sostegno di titolari di piccoli progetti.

Tra il 2004 ed il 2006, nell'ambito dell'Iniziativa Comunitaria LEADER Plus, otto Gruppi di Azione Locale (GAL) europei, di cui quattro toscani (GAL Garfagnana Ambiente e Sviluppo, GAL Consorzio Appennino Aretino, GAL Leader Siena e GAL Eurochianti), tre del Nord Italia (GAL Prealpi e Dolomiti, GAL Valle d'Aosta, GAL Appennino Bolognese) ed uno del Galles (Rural Conwy), hanno dato vita ad un progetto di cooperazione transnazionale denominato "Lo sviluppo della filiera bosco-legno-energia attraverso il rafforzamento dell'associazionismo forestale". Lo scopo del progetto è stato quello di esaminare e supportare lo sviluppo di filiere bioenergetiche imperniate sull'utilizzo della biomassa legnosa disponibile nei diversi territori rurali afferenti ai rispettivi GAL. In particolare in Toscana, sotto la supervisione del partenariato formato dai quattro GAL sono stati realizzati cinque impianti di teleriscaldamento su piccola scala alimentati a cippato forestale di origine locale. Tali impianti possono essere definiti pilota in quanto tra i primi nel loro genere all'interno

del contesto regionale, mentre la loro diffusione è ormai notevole sia nel nord Italia, che nell'Europa continentale. Lo sviluppo di filiere bioenergetiche locali ben si adatta alla logica dell'Iniziativa Leader, poiché offre la possibilità di rinforzare l'economia locale e, favorendo una puntuale manutenzione dei boschi, contribuisce al miglioramento del patrimonio naturale. Inoltre queste esperienze costituiscono un'occasione per ampliare e diffondere a livello locale le conoscenze relative alla produzione e all'utilizzo dei biocombustibili legnosi, stimolando così, attraverso un approccio integrato, le capacità organizzative delle imprese. L'acquisizione di tali conoscenze permette di identificare i fattori chiave e i principali processi necessari per costruire una filiera foresta-legno-energia locale, competitiva e sostenibile, capace di ridurre i costi di approvvigionamento e di massimizzare la vasta gamma di benefici associati alla produzione di biomassa legnosa.

Tab. 4.1. Caratteristiche del Comune di Camporgiano

Comune di Camporgiano	
Superficie territoriale (Kmq)	27,10
Altitudine (metri s.l.m)	450
Popolazione 2006	2.310
Densità (ab/kmq)	85,24
Superficie boschiva (Ha)	1.936
Indice di boscosità	71%

Fonte: elaborazioni proprie su dati Regione Toscana

Uno dei cinque impianti di teleriscaldamento a biomassa è stato costruito nel comune di Camporgiano, che è situato nella parte settentrionale della Toscana in un'area rurale e montana della provincia di Lucca. Il territorio comunale si estende su una superficie di circa 27 Km² e presenta una popolazione di circa 2.300 abitanti, per una densità abitativa di 85 ab/kmq (Tabella 4.1). Il Comune, che fa parte della Comunità Montana della Garfagnana, si contraddistingue per un indice di boscosità di circa il 70%, ciò significa che la percentuale di superficie territoriale coperta da boschi e foreste è piuttosto elevata. Inoltre, ai fini della zonizzazione delle aree rurali effettuata dal PSR

della Toscana 2007-2013, il territorio comunale è stato classificato tra le *aree rurali con complessivi problemi di sviluppo* (zona D).

L'opportunità di realizzare una centralina di teleriscaldamento alimentata a biomassa legnosa, nello specifico cippato di legna, era già stata presa in considerazione alcuni anni prima dell'attuazione del progetto di cooperazione transnazionale. L'amministrazione comunale si era infatti trovata di fronte alla necessità di dover realizzare un nuovo impianto termico per soddisfare le esigenze di alcuni edifici di nuova costruzione, nello specifico un centro servizi e quattro capannoni artigianali. Alla base di questa decisione risiedevano motivazioni di ordine economico ed ambientale. Grazie alla notevole disponibilità di materia prima di origine locale e non essendo l'area metanizzata, la produzione di calore attraverso l'utilizzo di biomassa legnosa risultava infatti più conveniente rispetto all'impiego di combustibili fossili quali gasolio e GPL. Inoltre la valorizzazione energetica della biomassa avrebbe permesso di ridurre, se non evitare, le emissioni di gas serra generate dall'impianto termico, contribuendo così alla lotta ai cambiamenti climatici (a livello locale), e al contempo avrebbe offerto nuove opportunità agli operatori rurali ed alle imprese agro-forestali.

L'amministrazione comunale decise così di commissionare ad uno studio ingegneristico di Pisa un'analisi di fattibilità per stimare la disponibilità dei volumi di biomassa energetica ottenibili dalle foreste locali su base sostenibile, nonché per valutare l'impatto ambientale derivante dalla costruzione dell'impianto ed i possibili effetti sull'economia locale, in relazione alle possibili sinergie con le attività presenti sul territorio (imprese agro-forestali, segherie, ditte termo-idrauliche, etc.). I risultati dello studio commissionato si dimostrarono positivi ed incoraggianti, di conseguenza il Comune affidò, allo stesso studio ingegneristico, l'incarico di realizzare un progetto preliminare per la costruzione della centralina a biomassa e della relativa rete di teleriscaldamento. Il Comune non disponeva però dei fondi necessari per il finanziamento dell'opera e, per via delle difficoltà incontrate nel loro reperimento, il progetto rischiò di essere abbandonato.

Una concreta opportunità finanziamento per finanziare la centralina si presentò in seguito grazie ad un bando relativo al citato progetto di cooperazione transnazionale, finanziato nell'ambito dell'Iniziativa Comunitaria Leader plus, ed al quale il comune decise di partecipare. Il Comune presentò così il proprio progetto, elaborato in

precedenza, relativo all'impianto di teleriscaldamento a biomassa, che fu giudicato positivamente ottenendo i fondi necessari alla sua alla sua realizzazione.

4.2.2 – La centralina di teleriscaldamento a biomasse di Camporgiano

L'impianto a biomasse realizzato a Camporgiano su iniziativa del Comune, soddisfa le esigenze termiche, sia in termini di riscaldamento che, parzialmente, di acqua calda sanitaria, delle scuole elementare e materna e di un centro servizi⁶¹. Le scuole, presentando un fabbisogno termico costante nella stagione invernale, sia per il riscaldamento che per l'acqua sanitaria, costituiscono l'utenza principale dell'impianto. La richiesta del centro servizi è invece decisamente più discontinua, ma può essere facilmente soddisfatta dalla caldaia, essendo questa già in funzione per l'altra utenza. Nel momento in cui scriviamo la volumetria complessiva degli ambienti riscaldati è pari a circa 7.800 m³, anche se in futuro sono previsti allacciamenti per altre utenze, sia pubbliche che private, in modo da valorizzare pienamente l'impianto.

Fulcro della centrale termica è una caldaia a biomassa Köb Pyrot, con potenza di 540 KW e dotata di un accumulo inerziale di 6.000 litri, che garantisce il riscaldamento delle utenze allacciate. Il calore viene infatti distribuito attraverso una minirete di teleriscaldamento di circa 300 metri, costituita da una serie di tubazioni interrato ed opportunamente coibentate che connettono il generatore termico alle utenze finali tramite uno scambiatore di calore⁶². L'impianto è gestito direttamente dal Comune di Camporgiano, tramite il suo Ufficio Tecnico, e dato che non vi sono utenze private o comunque diverse da quelle comunali, non è stato previsto un sistema per la contabilizzazione del calore utilizzato. La situazione però potrebbe mutare in seguito alla cessione della gestione dell'impianto a privati o all'allacciamento di utenze private.

La centrale termica ed il deposito del biocombustibile (cippato di legna) si trovano all'interno di un vano tecnico posto alla pendice di una collina, costruito in cemento armato ed esteticamente rivestito. Il cippato, una volta caricato nel silo di stoccaggio attraverso una bocca di carico posta sulla parte superiore del vano tecnico, viene

⁶¹ Il progetto iniziale prevedeva anche il riscaldamento di quattro capannoni artigianali, che poi però non sono stati allacciati alla rete. E' stato allora deciso di allacciare la scuola, dotata di un impianto termico obsoleto alimentato a gasolio e posta a monte, a circa 150 m di distanza in linea d'aria dalla nuova centrale.

⁶² L'impianto è stato affiancato da una caldaia a gasolio, con funzione di soccorso, di un potenza pari a 120 kW.

condotto verso il focolare della caldaia tramite un sistema a rastrelli che spazza il fondo del silo. Di conseguenza il cippato cade progressivamente in una trincea in cui alloggia una coclea di convogliamento verso il pozzetto di caduta centrale, da cui viene prelevato per l'introduzione in camera di combustione. La caldaia è del tipo a camera di combustione cilindrica con combustione a rotazione ed è provvista di accensione automatica a soffiante. La caldaia, che ha un ingombro nel complesso limitato (altezza 2,24 m, lunghezza 3 m, larghezza 1,6 m), è anche dotata di un estrattore automatico a coclea delle ceneri che le porta, quando non più incandescenti, in un contenitore esterno, il quale viene svuotato periodicamente con facilità.

Tab. 4.2. Dati tecnico-economici dell'impianto a biomasse di Camporgiano

Dati tecnico-economici	
Proprietà e gestione dell'impianto	Comune di Camporgiano
Modello caldaia	Kob Pyrot450
Potenza della caldaia installata	540 KW
Lunghezza rete di teleriscaldamento	300 metri
Volume dei locali da riscaldare	7.800 mc
Volume vano tecnico centrale termica	150 mc
Volume silo pellets	120 mc
Volume accumulo inerziale	6.000 litri
Sistema estrazione cippato	A rastrelli
Autonomia prevista	30 giorni
Potenza elettrica installata	12 KWe
Consumo annuo cippato	176 t
Costo del cippato	45 €/t (+ IVA 10%)
Energia termica erogata	494 MWh/anno
Fornitore del cippato	Comunità Montana della Garfagnana
Prima accensione	Novembre 2006
Costo complessivo dell'investimento	285.000 €
Soggetti finanziatori	GAL Garfagnana Ambiente e Sviluppo (70%), Comune di Camporgiano (30%)

Fonte: elaborazioni proprie su dati Arsia

Il cippato utilizzato per alimentare l'impianto è di origine locale e proviene dai boschi demaniali gestiti dalla Comunità Montana della Garfagnana. La caldaia necessita di cippato con contenuto idrico (W) ottimale inferiore al 30% e pezzatura media compresa fra 3,15 e 45 mm (P45). Il silo del cippato ha un volume di circa 120 mc, che corrispondono indicativamente a 32 t di cippato, per un'autonomia prevista di circa 30 giorni. Il consumo annuo del cippato si attesta intorno alle 176 tonnellate e presenta un costo di 45 €/t (più IVA al 10%).

Complessivamente la realizzazione dell'impianto ha richiesto un investimento complessivo di 285.000 € il 70% di tale somma è stata coperta da un contributo del GAL -"Garfagnana Ambiente e Sviluppo (GAS)" con i fondi messi a disposizione dall'Iniziativa Leader plus, mentre il rimanente 30% è stato sostenuto direttamente dal Comune. Uno schema riepilogativo dei principali dati tecnico-economici dell'impianto di Camporgiano è riportato nella tabella 4.2.

4.2.3 – *Gli attori coinvolti ed il loro ruolo*

Il percorso che ha condotto alla messa in funzione della centrale a biomassa è stato caratterizzato dal coinvolgimento di una serie di attori, ciascuno dei quali ha ricoperto e ricopre un ruolo ben preciso che cercheremo di definire. Successivamente cercheremo di evidenziare gli elementi innovativi riscontrabili all'interno dell'esperienza oggetto di studio, motivando il tutto sulla base del quadro teorico sviluppato.

Per prima cosa è opportuno ricordare che la costruzione dell'opera, per le motivazioni di natura economica ed ambientale sopra esposte, è stata ideata e promossa dal Comune di Camporgiano, attuale proprietario e gestore dell'impianto. Il ruolo svolto dal Comune è quindi quello di ideatore e promotore dell'iniziativa.

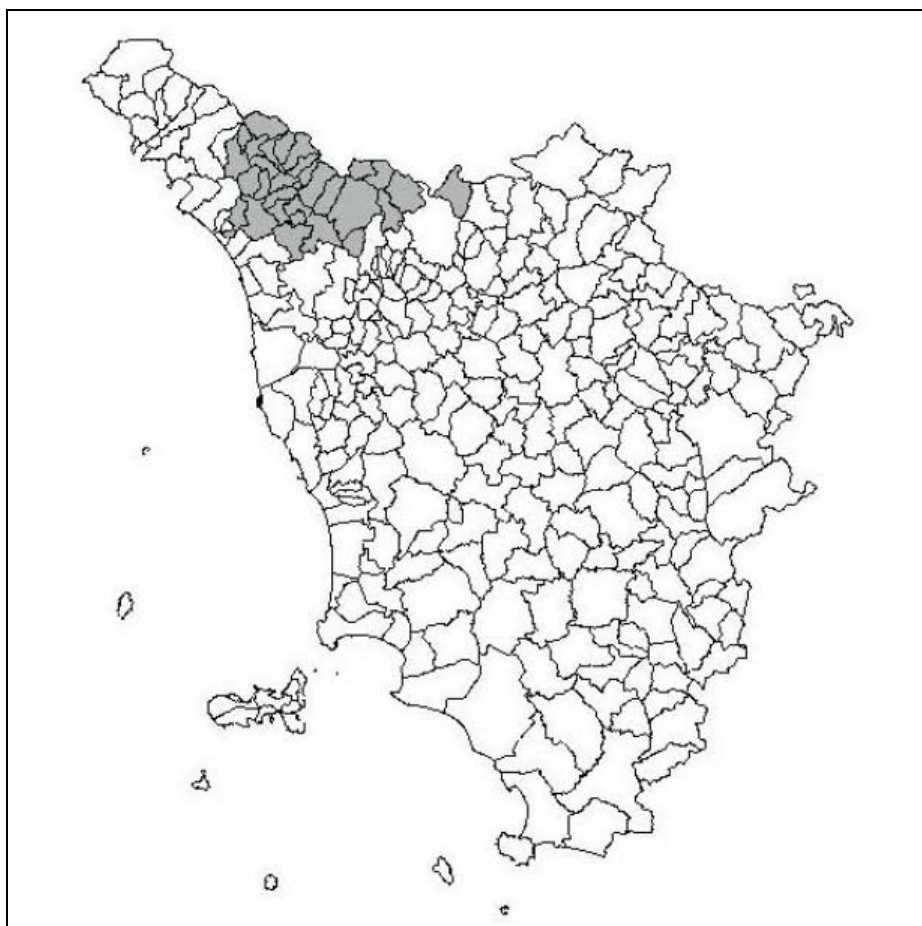
Altrettanto fondamentale è risultato il ruolo del GAL *Garfagnana Ambiente e Sviluppo (GAS)*, senza il cui supporto finanziario l'impianto probabilmente non sarebbe stato realizzato. Tra le iniziative di sviluppo locale co-finanziate dal GAL attraverso i fondi dell'iniziativa Leader *plus* durante la programmazione 2000-2006, quella relativa alla centrale di Camporgiano appare una delle più importanti. Dal punto di vista giuridico il GAL *Garfagnana Ambiente e Sviluppo* è una società consortile a responsabilità limitata, con capitale misto pubblico-privato, impegnata nel sostegno e nella promozione dello sviluppo dell'occupazione, nello sviluppo delle attività produttive e nella valorizzazione del patrimonio culturale e naturalistico del territorio.

La società è stata costituita nel 1991 con lo scopo di gestire l'Iniziativa LEADER I. I soci, sin dalla redazione del primo statuto, hanno inserito fra gli scopi societari funzioni che andavano oltre la "semplice" gestione dell'iniziativa comunitaria Leader I, rendendo così il GAL un'agenzia di sviluppo, di animazione e di servizi a disposizione del proprio territorio. In particolare i soci di natura pubblica (Comuni, Comunità

Montane, etc.) hanno sempre visto nella società stessa uno strumento di supporto ed integrazione per l'attuazione delle loro programmazioni sul territorio.

Tale ruolo si è consolidato nel tempo anche grazie ad un'azione di sostegno economico diretto da parte dei soci e di aumento del capitale sociale in modo da porre anche le basi economiche per sostenere gli investimenti necessari per l'attività al di fuori del programma Leader della società stessa. Infatti per le spese di funzionamento della società non riferibili ai costi di gestione de Leader, i soci contribuiscono annualmente con un fondo di gestione variabile in base alle attività previste.

Figura 4.2 – Il territorio del GAL Garfagnana



Fonte: elaborazione propria su dati Regione Toscana

L'area di intervento sulla quale opera il GAL ricade all'interno delle province di Lucca e Pistoia, su di una superficie che si estende per 1.400 kmq, dove le attività prevalenti sono quelle legate alla tutela dell'ambiente, al turismo, all'agriturismo, alle produzioni tipiche, all'artigianato e alla cultura. Si tratta di un territorio prevalentemente

montano, con i rilievi Appenninici e Apuani, interessato negli ultimi anni da un marcato esodo, soprattutto di giovani, verso altre zone della regione o d'Italia.

Tab. 4.3. Comuni compresi nell'area del GAL Garfagnana Ambiente e Sviluppo

Comuni	Superficie (Kmq)	Popolazione 2006	Densità (ab/kmq)	Superficie boschiva (Ha)	Indice di boscosità (%)	Zona Rurale PSR
Provincia di Lucca (LU)						
Bagni di Lucca	164,65	6.547	39,76	13.760	82	D
Barga	66,53	10.092	151,69	4.784	69	D
Borgo a Mozzano	72,41	7.312	100,98	5.680	70	D
Camporgiano	27,1	2.310	85,24	1.936	69	D
Careggine	24,46	619	25,31	1.792	73	D
Castelnuovo Garfagnana	28,5	6.010	210,88	1.568	53	D
Castiglione Garfagnana	48,64	1.886	38,77	3.616	73	D
Coreglia Antelminelli	52,78	5.094	96,51	4.224	77	D
Fabbriche di Vallico	15,53	528	34	1.232	77	D
Fosciandora	19,82	651	32,85	1.600	74	D
Galliciano	30,5	3.858	126,49	2.288	71	D
Giuncugnano	18,94	501	26,45	1.040	55	D
Minucciano	57	2.363	41,46	3.760	62	D
Molazzana	31,63	1.155	36,52	2.224	68	D
Pescaglia	70,37	3.791	53,87	5.920	79	D
Piazza al Serchio	27,09	2.504	92,43	1.360	49	D
Pieve Fosciana	28,77	2.373	82,48	2.000	71	D
San Romano in Garfagnana	26,04	1.415	54,34	1.584	59	D
Seravezza	39,37	13.218	335,74	2.576	57	C1
Sillano	62,15	739	11,89	4.464	72	D
Stazzema	80,72	3.319	41,12	5.664	71	D
Vagli Sotto	41,02	1.039	25,33	2.720	65	D
Vergemoli	27,3	348	12,75	2.144	79	D
Villa Basilica	36,48	1.775	48,66	3.488	91	D
Villa Collemandina	34,81	1.366	39,24	2.336	66	D
Totale Comuni (LU)	1.133	80.813	71,33	83.760	74	
Provincia di Pistoia (PT)						
Abetone	31,26	695	22,23	2.576	81	D
Cutigliano	43,82	1.621	36,99	3.280	75	D
Marliana	42,99	3.142	73,09	3.776	81	D
Piteglio	50,05	1.834	36,64	3.936	78	D
Sambuca Pistoiese	77,54	1.693	21,83	7.088	91	D
San Marcello Pistoiese	84,75	6.917	81,62	6.016	70	D
Totale Comuni (PT)	330	15.902	48,19	26.672	81	-
Totale GAL	1.463	96.715	66,11	110.432	75	
Toscana	22.990	3.638.211	158,25	1.086.000	47	-

Fonte: elaborazioni proprie su dati GAL Garfagnana Ambiente e Sviluppo

Nello specifico le aree rurali interessate sono Garfagnana, Media Valle del Serchio, Alta Versilia, Area Lucchese (per la provincia di Pistoia) e Appennino Pistoiese (per quella di Pistoia) (Figura 4.2). I Comuni dell'area afferente al GAL sono 31 (25 in provincia di Lucca e 6 in quella di Pistoia), per una popolazione complessiva di poco superiore ai 95.000 abitanti pari ad una densità abitativa di 66 ab/kmq (tabella 4.3). Tra tutti i comuni soltanto uno è classificato, sulla base alla zonizzazione del PSR della Toscana, come *area rurale intermedia in transizione (C1)*, mentre tutti gli altri ricadono tra le *aree rurali con problemi complessivi di sviluppo (D)*. La superficie boschiva dell'intera area del GAL supera di poco i 110.000 ettari, costituita per la maggioranza da castagneti, faggete e latifoglie varie, ciò determina un indice di boscosità, pari al 75%, molto superiore a quello regionale (47%). Le aziende agricole dell'area del GAL con superficie boscata rappresentano il 63% in Provincia di Pistoia ed il 69% in Provincia di Lucca. Il patrimonio forestale risulta però scarsamente valorizzato, con una prevalenza della coltura a ceduo i cui soprassuoli hanno frequentemente superato gli specifici turni di ceduzione. D'altro canto l'elevato indice di boscosità evidenzia l'alto grado di naturalità di un territorio, caratterizzato da un'agricoltura fortemente orientata verso le produzioni tipiche del bosco (prodotti del sottobosco in genere, castagne), al cui interno possono però trovare spazio strategie integrate di valorizzazione, come l'utilizzo energetico della biomassa legnosa.

Sulla base delle specifiche caratteristiche orografiche e fisio-morfologiche dei territori del GAL è possibile individuare diversi sistemi di paesaggio. In particolare l'area della provincia di Lucca, presenta il sistema Appenninico e quello Apuano, all'interno del quale è compreso il comune di Camporgiano. In relazione alle caratteristiche dell'uso del suolo nei due sistemi di paesaggio, il sistema Appenninico è caratterizzato da una zona di crinale ed una di mezza costa. La prima è ricoperta in maniera continua dal bosco che si interrompe solo nelle zone di valico, mentre la seconda presenta vallate ampie che offrono uno sviluppo maggiore di prati e prati-pascoli. All'interno del sistema Appenninico si possono individuare tre gradazioni di zonizzazione di uso del suolo, con sviluppo parallelo alla linea di crinale: una zona limitrofa al fondovalle molto antropizzata; una zona dove prevale il bosco e il castagneto da frutto in cui l'azione antropica si riduce; una zona di crinale dove prevalgono nettamente le dinamiche naturali. Il sistema Apuano è invece diviso in due

versanti: il primo è caratterizzato dalla Valle del Serchio, in cui si individuano, con il decrescere dell'altitudine, boschi, pascoli e prati-pascolo, castagneto da frutto-bosco-seminativi e bosco-seminativi-vigneti; il secondo, quello della Versilia, presenta invece uno sviluppo più breve con dislivelli maggiori, valli anguste ed una diversa dislocazione dei nuclei insediativi. La sequenza di uso del suolo in questo caso è costituita da bosco-pascolo e prati-pascolo, bosco-seminativi ed oliveto-vigneto-seminativi.

Il sistema di paesaggio Appenninico si riscontra anche in parte dei territori compresi nella Provincia di Pistoia, mentre i rimanenti sono caratterizzati dal sistema colle-monte. Relativamente alla caratterizzazione dell'uso del suolo il sistema Appenninico pistoiese presenta una netta predominanza di bosco (faggi e castagneti), rispetto alle superficie coltivate e ai pascoli, che si interrompe solo nelle zone di valico dove maggiormente si trovano le superfici agricole non utilizzate. La zona di mezzacosta presenta invece vallate ampie che hanno permesso un maggiore sviluppo di prati e prati-pascoli, mentre nella zona di crinale prevalgono nettamente le dinamiche naturali. Diversamente il sistema colle monte è caratterizzato in modo piuttosto variegato sia da boschi dove l'altitudine è più elevata e via scendendo da pascoli e prati e da seminativi e vigneti.

Nel complesso il territorio del GAL Garfagnana, come evidenziato dall'analisi territoriale eseguita dallo stesso GAL ai fini della redazione della SISL, presenta una serie di punti di forza e di debolezza, che a seconda dei casi possono costituire delle opportunità o delle sfide (tabella 4.4).

La valorizzazione energetica della biomassa forestale si va ad inserire all'interno di un'area, quella afferente al GAL Garfagnana, che negli ultimi anni ha visto una notevole quota del sistema produttivo agricolo modificare i propri assetti orientandosi verso la realizzazione di produzioni di più elevato pregio qualitativo. In particolare, l'adesione a produzioni certificate o sottoposte a regimi di controllo (biologico, DOP, IGP, DOC, DOCG, produzioni integrate, produzioni tradizionali) forniscono alcune indicazioni in questo senso. Allo stesso modo risulta di non minore importanza la presenza di produzioni agroalimentari di qualità, non sottoposte a disciplinare, inserite nella banca dati regionale curata da ARSIA, che costituiscono un ulteriore elemento capace di rafforzare la dualità territorio-prodotti di qualità.

Tab. 4.4. Comuni compresi nell'area del GAL Garfagnana Ambiente e Sviluppo

Tema	Punti di forza ed opportunità	Punti di debolezza e sfide
Aspetti demografici	Modesto incremento dei residenti nell'ultimo decennio Timida presenza di nuovi residenti provenienti da aree esterne	Alto tasso di dipendenza e di vecchiaia Favorire insediamento nuovi residenti Evitare lo spopolamento centri minori
Reddito	Equità nella distribuzione del reddito Integrazione con le aree urbane nella produzione di reddito (i flussi pendolari)	Redditi più bassi delle aree non Leader Valore aggiunto per residente piuttosto basso
Occupazione	Inserimento all'interno di mercati del lavoro molto ampi, Spiccato spirito di iniziativa giovanile nell'utilizzo delle potenzialità locali	Tassi di attività più bassi in seguito alla maggiore presenza di anziani Riduzione dei flussi migratori giornalieri verso aree esterne economicamente più forti
Imprese	La piccola dimensione delle imprese può significare maggiore elasticità ed adattabilità alle dinamiche del mercato	Basso tasso di imprenditorialità Forte presenza di microimprese Necessità di precise strategie di promozione e commercializzazione
Agricoltura	Produzioni con marchi IGP e DOP Produzioni di qualità indotta dalle caratteristiche del territorio Colture di basso impatto ambientale Presenza di azioni consolidate di valorizzazione, recupero e conservazione del germoplasma di varietà locali	Consolidamento ed estensione delle iniziative di riconversione e diversificazione produttiva Incentivare la lavorazione e trasformazione in loco delle produzioni
Turismo	Buona disponibilità di strutture ricettive Discreta permanenza media dei turisti Opportunità connessa al mercato agriturismo Ricchezza del patrimonio culturale, storico e ambientale Presenza di aree termali strutturate Presenza di due forti poli turistici Presenza di forme associative di operatori turistici	Forte stagionalità Organizzare la ricettività e nuove offerte tematiche Miglioramento degli standard qualitativi delle strutture e dei servizi Creare maggiori sinergie fra settori turistici ed integrazione con altre attività
Infrastrutture e Servizi	Solidarietà sociale agevolata dalla piccola struttura centri urbani Forte presenza di associazioni di volontariato Integrazione organizzativa con i centri urbani per la fornitura dei servizi pubblici più avanzati Opportunità offerte dalle nuove tecnologie di telecomunicazioni (superamento barriere fisiche) Presenza di strutture di rete civica su tutto il territorio su cui innestare i nuovi servizi	Scarsa presenza di servizi idrici e di raccolta di rifiuti Scarse risorse pubbliche destinate a attività culturali e sociali Bassa presenza di servizi all'infanzia ed alla famiglia Scarsa presenza di servizi alle imprese Scarsa presenza di servizi alle persone con eccezione delle zone turistiche
Ambiente	Basso impatto delle attività produttive e civili presenti Basso impatto del turismo (tranne poli) Buona presenza di aree protette e di siti Natura 2000 Ottima cultura e professionalità nel recupero ambientale	Sensibilità delle aree montane Minore presidio del territorio nelle aree marginali Fragilità idrico-geologica del territorio Scarsa organizzazione per la fruizione e valorizzazione aree di valore ambientale

Fonte: elaborazioni proprie su dati GAL Garfagnana Ambiente e Sviluppo

Ritornando agli attori che hanno contribuito alla realizzazione della centrale, un ruolo significativo è stato ricoperto dallo studio ingegneristico di Pisa, uno dei primi in Toscana ad essersi occupato di bioenergie, che aveva realizzato il progetto preliminare dell'opera. Lo studio infatti, oltre ad aver predisposto il progetto definitivo dell'impianto nonché i relativi studi di impatto ha anche coordinato e supervisionato i lavori necessari alla costruzione della centrale termica e della relativa rete di teleriscaldamento. In seguito alla sua attivazione, l'impianto di Camporgiano, , è stato più volte utilizzato dallo stesso studio ingegneristico, in accordo con il Comune, come un modello di riferimento per mostrare ai potenziali nuovi clienti interessati ad investire nel settore delle biomasse energetiche di origine forestale.

La centrale è infatti caratterizzata da una tecnologia moderna ed efficiente, come dimostrato dalla presenza di una caldaia di ultima generazione alimentata a cippato di legna. In particolare il generatore termico è dotato di un sistema di combustione che permette ai gas di mischiarsi in maniera ottimale rendendo la combustione del legno paragonabile a quella ottenuta con un bruciatore a gas. Inoltre l'afflusso del biocombustibile (cippato) è regolato da un quadro elettronico di comando in base alla richiesta energetica della caldaia. Grazie a questi elementi tecnologici innovativi le emissioni di ossido di carbonio e di ossidi di azoto sono inferiori a quelle di un moderno impianto a gasolio, mentre i rendimenti di combustione sono nettamente superiori al 90% e le ceneri prodotte contengono soltanto sostanze minerali presenti nella legna. Nello specifico la caldaia è stata fabbricata da un'impresa austriaca che ormai da diversi anni ha focalizzato la propria attività nella produzione di sistemi per la valorizzazione energetica delle biomasse agro-forestali. Questa azienda ha predisposto la caldaia di un sistema di telecontrollo a distanza attraverso il quale è in grado di monitorare le emissioni inquinanti generate dall'impianto e, in caso di necessità, di modificare il settaggio di determinati parametri al fine di assicurare la corretta combustione del cippato. Il Comune di Camporgiano non ha però acquistato la caldaia direttamente dall'impresa costruttrice, ma da un rivenditore del nord Italia, specializzato in sistemi energetici rinnovabili, che ha provveduto anche all'installazione della stessa.

Per quanto riguarda la manutenzione ordinaria dell'impianto di teleriscaldamento, che consiste prevalentemente nel monitoraggio e regolazione di alcuni parametri e nella rimozione delle ceneri, il Comune ha raggiunto un accordo con una ditta termo-idraulica

locale. La manutenzione straordinaria e la necessaria assistenza in caso di guasto o rotture è invece garantita dalla ditta costruttrice della caldaia.

Le due imprese che hanno provveduto, rispettivamente, alla costruzione della caldaia, ed alla successiva vendita ed installazione, costituiscono altri due attori che, ciascuno con una funzione specifica, hanno preso parte al percorso che ha portato alla realizzazione dell'impianto di teleriscaldamento. A questi si deve poi aggiungere la ditta termo-idraulica locale che si occupa della manutenzione ordinaria.

Tab. 4.5. I Comuni della Comunità Montana della Garfagnana

Comuni	Superficie (Kmq)	Popolazione 2006	Densità (ab/kmq)	Superficie boschiva (Ha)	Indice di boscosità (%)	Zona Rurale PSR
Camporgiano	27,1	2.310	85,24	1.936	69	D
Careggine	24,46	619	25,31	1.792	73	D
Castelnuovo Garfagnana	28,5	6.010	210,88	1.568	53	D
Castiglione Garfagnana	48,64	1.886	38,77	3.616	73	D
Fosciandora	19,82	651	32,85	1.600	74	D
Galliciano	30,5	3.858	126,49	2.288	71	D
Giuncugnano	18,94	501	26,45	1.040	55	D
Minucciano	57	2.363	41,46	3.760	62	D
Molazzana	31,63	1.155	36,52	2.224	68	D
Piazza al Serchio	27,09	2.504	92,43	1.360	49	D
Pieve Fosciana	28,77	2.373	82,48	2.000	71	D
San Romano in Garfagnana	26,04	1.415	54,34	1.584	59	D
Sillano	62,15	739	11,89	4.464	72	D
Vagli Sotto	41,02	1.039	25,33	2.720	65	D
Vergemoli	27,3	348	12,75	2.144	79	D
Villa Collemantina	34,81	1.366	39,24	2.336	66	D
Totale Comuni (LU)	534	29.137	54,59	36.432	68	

Fonte: elaborazioni proprie su dati GAL Garfagnana Ambiente e Sviluppo

Altra importante funzione, altro attore significativo: la fornitura del cippato e la Comunità Montana della Garfagnana. Tale ente di governo del territorio, nel quadro delle normative e delle iniziative comunitarie, nazionali e regionali, concorre alla programmazione ed esecuzione degli interventi necessari ad eliminare gli squilibri di natura economica e sociale tra le zone montane ed il resto del territorio. In particolare la Comunità Montana opera per salvaguardare l'assetto idrogeologico e forestale e ambientale del territorio per perseguire al suo interno un armonico sviluppo delle attività culturali, sportive, turistiche e ricreative, informatiche e dei servizi socio-sanitari e delle articolazioni scolastiche e dei servizi in genere.

L'area su cui si estendono le competenze della Comunità Montana della Garfagnana comprende sedici Comuni prevalentemente collinari e montani, tra cui Camporgiano, i quali sono compresi anche nell'area del GAL relativamente alla provincia di Lucca (tabella 4.5).

La funzione svolta dalla Comunità Montana della Garfagnana è quella di garantire l'approvvigionamento del cippato alla centrale a biomasse. Infatti, in linea con lo studio di fattibilità antecedente la realizzazione della centrale, la materia prima necessaria a soddisfare le esigenze dell'impianto di teleriscaldamento di Camporgiano proviene dalle foreste demaniali gestite da tale Ente, il cui territorio amministrativo presenta un indice di boscosità prossimo al 70%.

La Comunità Montana cura infatti la realizzazione degli interventi colturali (abbattimenti e diradamenti) consentiti dalla legge e previsti dai Piani di Gestione Forestale che ogni anno danno origine ad una cospicua quantità di legname che può essere utilizzato come "serbatoio" per fini energetici. Di questa produzione forestale, soltanto una parte, rappresentata dalle fustaie di faggio, trova uno sbocco remunerativo sul mercato locale come legna da ardere, mentre altre tipologie di legname, come le conifere, dopo essere state abbattute vengono spesso lasciate direttamente sul suolo a causa dell'assenza di valide opportunità commerciali. Nello specifico i boschi utilizzati per la produzione di biomassa sono proprio le fustaie di conifere – soggette a diradamenti – il cui legname è completamente destinabile alla produzione di biocombustibile e le fustaie di faggio e quercia dalle quali si ricava solo cippato di ramaglia, dato che la pezzatura più grande viene impiegata come legna da ardere. Il territorio della Comunità Montana non è infatti caratterizzato da una forte tradizione relativa alla lavorazione del legno e per di più i soggetti attivi in questo settore, come segherie e falegnami, utilizzano soltanto alcune tipologie di legname prevalentemente di importazione.

La localizzazione di Camporgiano è baricentrica rispetto al territorio della Comunità Montana, elemento questo che limita il chilometraggio necessario alla fornitura della biomassa necessaria ad alimentare la centrale. L'organizzazione del cantiere boschivo prevede la cippatura sul luogo di abbattimento (all'imposto) per la ramaglia di faggio – inadatta al trasporto visto che occupa un volume doppio in confronto al cippato a parità di peso – e la cippatura su piazzale di stoccaggio per i tronchi di conifera. Al fine di

garantire il fabbisogno di cippato della centrale, pari a circa 176 tonnellate all'anno, quantitativo molto modesto rispetto alle potenzialità biologiche dei boschi e delle coltivazioni agricole del territorio circostante, il Comune di Camporgiano, proprietario dell'impianto, e la Comunità Montana della Garfagnana hanno raggiunto un accordo pluriennale. In base a tale accordo il prezzo del cippato è stato fissato in 45 €/t e contestualmente è stata decisa la cessione alla Comunità Montana di un'area, di proprietà del Comune, che ha visto successivamente la realizzazione di una piattaforma di stoccaggio del legname e del cippato.

La decisione di escludere, almeno in un primo momento, gli operatori forestali privati dalla fornitura del cippato e quindi dalla costruzione della filiera bioenergetica può essere spiegata dalla funzione pilota e dimostrativa ricoperta dall'esperienza di Camporgiano. Uno degli obiettivi del progetto è stato infatti quello di stimolare l'interesse degli attori privati locali, mostrando loro come attraverso l'attivazione di filiere bio-energetiche locali basate sull'utilizzo del cippato sia possibile valorizzare il legname con uno scarso valore commerciale. Questa scelta ha in effetti raggiunto lo scopo che si era prefisso, tanto che nell'area del GAL Garfagnana sono state replicate esperienze simili a quella di Camporgiano, attraverso la realizzazione di alcuni impianti di teleriscaldamento a biomasse.

Un'altra funzione molto importante sia ai fini della realizzazione dell'impianto di Camporgiano che, in generale, per il buon esito del progetto di cooperazione transnazionale, è quella relativa alla trasmissione delle conoscenze e diffusione delle informazioni in materia di bioenergia. In tal senso è stato decisivo il contributo di ARSIA - Agenzia regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore Agricolo-forestale della Toscana, la quale ha partecipato al progetto di cooperazione transnazionale svolgendo un'azione comune di trasferimento delle conoscenze e di sensibilizzazione verso la tematica delle bioenergie tra i vari partner.

Nel caso di Camporgiano, il processo decisionale che ha portato alla costruzione della centrale a biomassa è stato infatti caratterizzato da un approccio *bottom-up* che ha permesso di coinvolgere al suo interno la comunità e gli attori locali, facilitando così il consenso nei confronti del nuovo impianto. A tal proposito, sia prima che durante la realizzazione dell'opera, sono state portate avanti una serie di iniziative, quali tavole rotonde, discussioni pubbliche, attività dimostrative e visite guidate, tese ad informare

gli attori locali delle opportunità derivanti dalla valorizzazione energetica della biomassa forestale.

L'esperienza di Camporgiano ha dimostrato come la costruzione di una minirete di teleriscaldamento a biomassa a servizio di edifici pubblici possa dipendere molto dalla volontà e dalla motivazione del decisore pubblico, nello specifico il Comune. Tale motivazione può essere costruita o rafforzata anche attraverso una specifica attività informativa e di animazione in grado di fornire al decisore pubblico un quadro dettagliato dei benefici che la comunità può ottenere attraverso l'attivazione di una filiera legno-energia locale. A tal fine la predisposizione di incontri informativi, ma soprattutto l'organizzazione di visite guidate permettono al soggetto pubblico di verificare da vicino esperienze di successo replicabili all'interno del proprio territorio. ARSIA a partire dal 2002 ha organizzato alcune visite guidate a esperienze di successo nel settore delle biomasse energetiche coinvolgendo amministratori pubblici, tecnici, imprese agricole e forestali della Toscana. Alcuni enti pubblici locali che hanno partecipato a quelle visite hanno raccolto le motivazioni per la realizzazione di impianti simili nei propri territori; tra questi si possono includere i cinque impianti realizzati in Toscana nell'ambito del progetto transnazionale, compreso quello di Camporgiano.

ARSIA si è occupata anche del monitoraggio delle filiere bio-energetiche pilota realizzate in Toscana, tra cui quella di Camporgiano, curando la disseminazione dei risultati raggiunti e facilitando la diffusione delle innovazioni introdotte e lo scambio di esperienze.

Sempre sul fronte della diffusione delle conoscenze, vi è stato un altro attore che ha ricoperto un ruolo significativo, si è trattato di AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali. Questa associazione, collaborando a stretto contatto con ARSIA, ha curato gli aspetti tecnici di impostazione delle filiere realizzate. In particolare AIEL ha svolto un'azione di animazione, promozione e divulgazione tra gli operatori locali finalizzata al trasferimento di conoscenze tecniche inerenti alla valorizzazione energetica della biomassa forestale. Partecipando attivamente all'organizzazione di corsi di formazione sulle bioenergie e di visite guidate ad impianti di teleriscaldamento già esistenti e funzionanti nel nord Italia, AIEL ha provveduto ad illustrare i vari aspetti tecnici, organizzativi e gestionali che caratterizzano le filiere bosco-legna-energia.

All'interno di tali iniziative è stata posta molta attenzione alla fase di approvvigionamento del cippato, descrivendone le possibili modalità di produzione, le caratteristiche qualitative ed i relativi fattori che le determinano, nonché le diverse modalità di fornitura realizzabili tra produttore ed utilizzatore. Al contempo sono state illustrate le diverse tecnologie disponibili sulle quali basare la costruzione della centrale termica, fornendo indicazioni in merito alle numerose caldaie a biomassa esistenti ed alle relative esigenze legate alla manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti. AIEL ha inoltre contribuito al monitoraggio degli impianti (dall'analisi qualitativa del cippato, al rilevamento delle emissioni inquinanti) e degli aspetti economici ed organizzativi delle filiere realizzate nell'ambito del progetto di cooperazione transnazionale .

Il ruolo di AIEL è stato rilevante anche ai fini della predisposizione di una metodologia per la valutazione finanziaria dell'investimento necessario a realizzare una minirete di teleriscaldamento a biomassa forestale. Infatti, nonostante che dalla comparazione tra i prezzi dell'energia ottenuta impiegando i combustibili legnosi e quelli fossili (gasolio, metano, GPL) emerga un margine più o meno ampio a favore delle biomasse legnose, in particolare per il cippato, ogni progetto finalizzato alla costruzione di una centrale a biomassa necessita di una valutazione finanziaria dell'investimento che ne dimostri la sua bontà nel tempo. A tal proposito si rende necessario considerare una serie di aspetti e di voci di spesa per comparare in modo corretto i sistemi tradizionali con quelli moderni a combustibili legnosi, nello specifico è opportuno:

- calcolare, nel caso in cui si voglia sostituire un impianto tradizionale alimentato a combustibili fossili, il costo medio (€/MWh) dell'energia netta erogata – relativo agli ultimi 2-3 anni – comprensivo dei costi legati all'installazione (quote reintegra), alle manutenzioni ordinarie e straordinarie, alla pulizia e gestione, alle spese di elettricità e al combustibile;
- calcolare il costo netto dell'energia (€/MWh) per un impianto a biomassa ipotizzando differenti prezzi del cippato;
- comparare i costi relativi alle serie storiche degli impianti tradizionali con le proiezioni di quelli a cippato, prestando particolare attenzione alla voce “costo combustibile”;

- ricercare e valutare le possibili forme di finanziamento, in conto interessi o in conto capitale, da parte di investitori e/o istituzioni finanziarie sia pubblici che privati;
- individuare la quota parte delle spese e dei costi che possono avere ricadute positive o negative sugli operatori locali e quindi sull'economia locale;
- individuare e quantificare le esternalità positive (e/o negative) connesse al progetto ma non esplicitabili all'interno della valutazione finanziaria dello stesso (ricadute occupazionali locali, gestione sostenibile della risorsa forestale, , riduzioni delle emissioni di CO2, nuovi mercati per i prodotti forestali, sostituzione di combustibili fossili, aumento della presenza e del transito di mezzi pesanti per la movimentazione locale della materia prima, eventuali pressioni ambientali, etc.).

Una volta calcolati ed individuati i precedenti requisiti, la metodologia di valutazione finanziaria degli investimenti impiegata nell'ambito delle esperienze – inclusa quella di Camporgiano – realizzate con il progetto di cooperazione internazionale richiede di:

- costruire il *flusso di cassa* definendo i flussi monetari associati all'intera durata del progetto d'investimento. Ciò permette di individuare il *Valore Attuale Netto del progetto (VAN)*, risultato della somma finanziaria delle entrate e delle uscite attualizzate attraverso un opportuno saggio di sconto;
- determinare il *Saggio di Rendimento Interno (SRI)*, ovvero il saggio di attualizzazione che annulla finanziariamente le entrate e le uscite associate al progetto; il SRI esprime la “rendita” del capitale investito considerata la sua durata tecnico-economica. È utile per un confronto con tassi di investimento alternativi.
- Determinare il *tempo di ritorno* dell'investimento, ovvero il numero di anni necessari per compensare l'investimento attraverso flussi di cassa positivi.

Sulla base di tale metodologia, il VAN relativo all'investimento sostenuto per l'impianto di Camporgiano è stato calcolato in un arco temporale di 18 anni utilizzando un tasso di attualizzazione dell'1,5%. L'esborso per il Comune è stato di 85.000 € pari al 30% del costo complessivo dell'impianto, ed il tempo di ritorno di tale investimento è stato calcolato in tre anni. Il confronto tra i flussi di cassa è stato fatto rispetto all'utilizzo di una caldaia a combustibili tradizionali per soddisfare le stesse esigenze di

riscaldamento, contemplando i mancati per l'acquisto del gasolio. Il Valore Attuale Netto al 18° anno è di 266.000 € mentre il Saggio di Rendimento Interno (SRI) allo stesso anno è del 35,42% (tabella 4.6).

Tab. 4.6. Analisi finanziaria degli investimenti sostenuti per la centrale di Camporgiano

Spese	
Investimento complessivo	285.000
Contributo	70,18% - (200.000)
Investimento netto	85.000
Consumo cippato	t/anno 150
Costo del cippato	€ t 45 + IVA 10%
Spesa annua per il cippato	7.400
Spese di gestione, amministrazione, ricambi, imprevisti, smaltimento ceneri, energia elettrica	8.200
Mancate spese/Introiti	
Riscaldamento	36.900
Manutenzione annua	1.000
Indici finanziari	
Saggio di attualizzazione	1,5%
Calore neto Attuale (VAN)	266.243
Saggio di Rendimento Interno (SRI)	35,42%

Fonte: elaborazioni proprie su dati ARSIA – AIEL

Vi sono poi una serie di attori – istituzionali, pubblici, privati – che pur non essendo stati coinvolti direttamente nel percorso decisionale che ha portato alla realizzazione della centrale di Camporgiano, hanno comunque rivestito e rivestono una funzione di una certa importanza in merito alla diffusione delle bioenergie nelle aree rurali. Tra questi devono essere menzionati la Regione Toscana, che con i suoi strumenti legislativi e di programmazione è in grado di contribuire alla diffusione delle energie rinnovabili sul territorio; gli operatori locali, quali agricoltori, imprese forestali, associazioni e cooperative agricole, contoterzisti, che pur non avendo aderito alla filiera bio-energetica costruita attorno all'impianto, hanno comunque partecipato alle attività di trasferimento delle conoscenze coordinate da ARSIA e AIEL mostrando un notevole interesse.

Da sottolineare anche il supporto ricevuto dalla comunità locale, che ha accolto con favore l'idea dell'amministrazione comunale di sostituire un vecchio impianto alimentato con combustibile fossile con un nuovo sistema basato su una fonte di energia rinnovabile di origine locale: il cippato. Proprio la partecipazione e il coinvolgimento

della comunità locale fin dall'inizio del processo decisionale risulta fondamentale per la piena riuscita di iniziative di questo tipo. Le rappresentanze politiche e della cittadinanza devono essere rese consapevoli e fortemente coinvolte ed informate in merito alle scelte decisionali e strategiche del progetto. In generale il coinvolgimento della comunità locale è importante per almeno tre ordini di motivi:

- a) illustrare l'iniziativa diffondendo le necessarie informazioni;
- b) conoscere il consenso della popolazione locale in merito all'iniziativa che si vuole realizzare;
- c) acquisire adesioni alla rete di teleriscaldamento che verrà costruita, nel caso in cui questa sia posta a servizio anche di utenze private.

A sua volta il coinvolgimento della comunità locale può riguardare l'intera comunità, in modo aspecifico; solo determinate fasce della popolazione o specifici interlocutori privilegiati; i potenziali della filiera bio-energetica che si vuole costruire (imprese boschive, aziende agricole, cooperative, etc.).

Tra i soggetti coinvolti indirettamente nell'esperienza di Camporgiano, devono essere inclusi anche i Comuni confinanti, i quali, stimolati dall'iniziativa realizzata, hanno preso in considerazione l'idea di costruire nuove centraline a biomasse nei rispettivi territori. E' inoltre opportuno menzionare la funzione di controllo esercitata, ciascuna nel proprio ambito dall'ARPAT - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, dall'ASL e dal Corpo Forestale dello Stato. L'ARPAT, tra i cui compiti vi è quello di controllare che le emissioni inquinanti rispettino gli standard previsti dalla normativa vigente onde evitare rischi per l'ambiente e la popolazione, ha imposto che il cippato bruciato dalla centrale fosse ricavato esclusivamente da legno vergine. Il rispetto della normativa sanitaria, al fine di evitare rischi per la salute umana, è invece garantita dall'autorizzazione rilasciata dalla ASL e dai controlli da essa effettuati. Infine il Corpo Forestale dello Stato, attraverso la sua funzione di polizia, verifica che gli operatori forestali preposti alla fornitura della materia prima rispettino la normativa forestale, regionale e nazionale.

Infine l'esperienza di Camporgiano ha suscitato l'interesse dei *media* locali e regionali delle associazioni ambientaliste, che hanno accolto con favore l'iniziativa contribuendo a far aumentare la notorietà della stessa. Allo stesso modo le sedi

universitarie regionali ed altri centri di ricerca hanno mostrato un notevole interesse per il tipo di esperienza portata avanti.

4.2.4 – Il network ed il sistema socio-tecnico della centrale di Camporgiano

Il percorso che ha condotto alla realizzazione dell'impianto a biomasse di Camporgiano ha visto il coinvolgimento, diretto o indiretto, di una serie di attori, ciascuno dei quali ha svolto – e in alcuni casi continua a svolgere – una funzione ben precisa (tabella 4.7 e 4.8).

Tabella 4.7. La centralina di Camporgiano e gli attori coinvolti direttamente nell'iniziativa

	Attori coinvolti direttamente
Attori	Funzioni
<i>Comune di Camporgiano</i>	Ideatore dell'iniziativa, spinto da motivazioni di ordine economico, energetiche ed ambientali. E' anche il soggetto pubblico proprietario dell'impianto realizzato ed indirettamente utilizzatore finale.
<i>GAL - Garfagnana Ambiente e Sviluppo</i>	Società di natura pubblico-privata che gestisce i fondi dell'iniziativa Leader (attualmente Asse) con cui è stata realizzata la centrale.
<i>Comunità Montana della Garfagnana</i>	Ente territoriale locale che, limitatamente al proprio territorio, gestisce le foreste demaniali pubbliche da cui si ricava il cippato necessario ad alimentare la centrale. E' il soggetto fornitore del cippato.
<i>Studio ingegneristico progettista della centrale</i>	Ha curato lo studio di fattibilità ed il progetto per la realizzazione della rete di teleriscaldamento a biomassa
<i>Ditta rivenditrice della caldaia</i>	Ditta del nord est d'Italia esperta nei moderni sistemi di combustione a biomassa legnosa che ha fornito la caldaia e provveduto all'installazione della stessa
<i>Costruttore della caldaia</i>	Ditta austriaca che ha costruito la caldaia e ne assicura la manutenzione straordinaria in caso di guasto. Attraverso un sistema di rilevamento a distanza della combustione del cippato assicura un corretto funzionamento della caldaia.
<i>Ditta termo-idraulica addetta alla manutenzione</i>	Impresa locale che si occupa della manutenzione ordinaria e della rimozione delle ceneri.
<i>ARSIA (Agenzia regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore Agricolo-forestale della Toscana)</i>	Agenzia regionale che ha svolto una funzione di trasferimento delle conoscenze in materia di bioenergie forestali, provvedendo anche ad un'attività di disseminazione dei risultati raggiunti.
<i>AIEL (Associazione Italiana Energie Agro-forestali)</i>	Associazione che ha collaborato con ARSIA alle attività di trasferimento delle informazioni e divulgazioni dei risultati, con particolare attenzione agli aspetti tecnici ed economici. Ha contribuito anche al monitoraggio della centrale.

Fonte: elaborazioni proprie

In pratica attorno all'impianto di teleriscaldamento si è formato un nuovo network all'interno del quale la centralina a biomassa costituisce il nodo principale (figura 4.3). Infatti, come evidenziato dalla rappresentazione grafica del network, il corretto funzionamento della centrale è garantito dalle relazioni che intercorrono tra la centrale e i diversi attori coinvolti, ognuno dei quali svolge o ha svolto uno degli specifici ruoli descritti in precedenza.

Tabella 4.8. La centralina di Camporgiano e gli attori coinvolti indirettamente nell'iniziativa

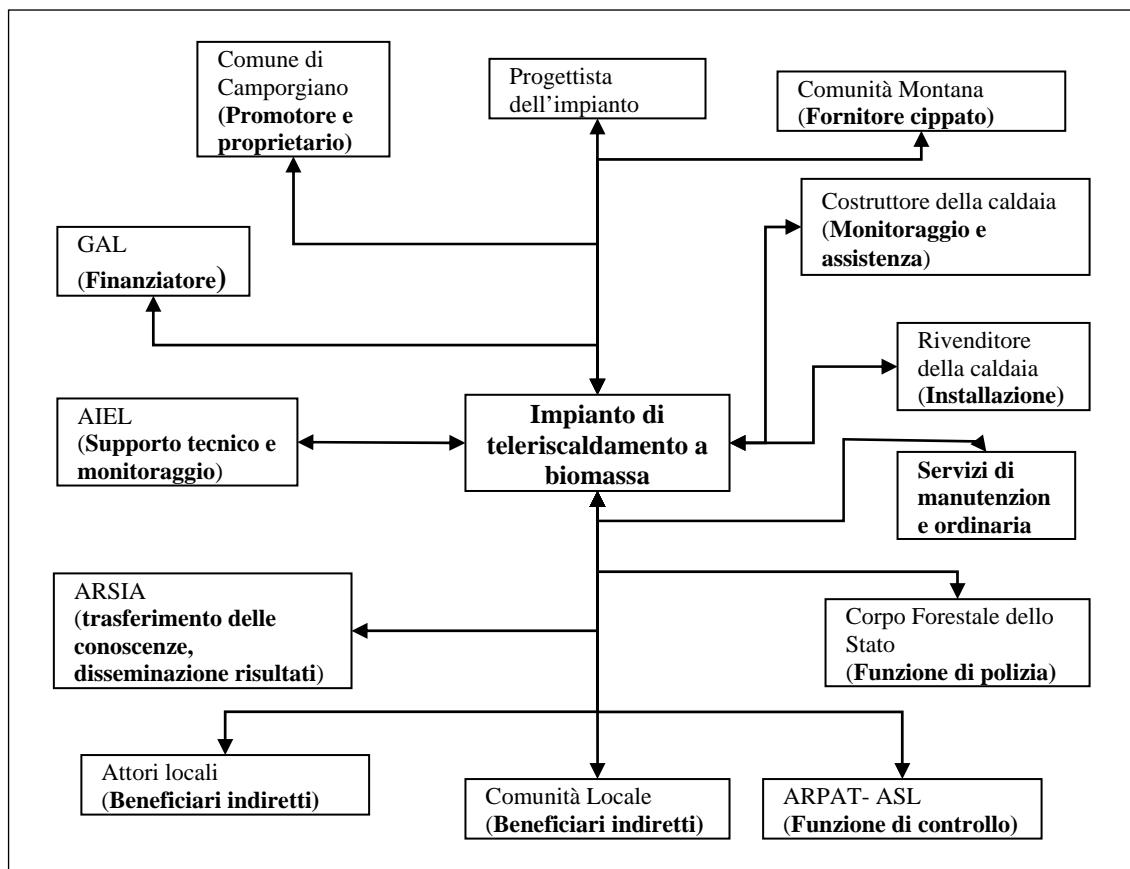
	Attori coinvolti indirettamente
Attori	Funzioni
<i>Regione Toscana</i>	Ente territoriale che, attraverso la sua azione di programmazione e pianificazione, può stimolare la diffusione della bioenergia sul territorio.
<i>Operatori Locali (Aziende agricole e forestali, associazioni e cooperative agricole)</i>	Gli operatori locali non partecipano né alla fornitura del cippato né alla gestione della centrale. Grazie alle attività di divulgazione attuate da ARSIA e da AIEL hanno però potuto aumentare le proprie conoscenze relative al campo della biomasse energetiche. Inoltre è previsto un loro futuro coinvolgimento nella gestione della centrale.
<i>Comunità locale</i>	La comunità locale ha appoggiato, anche grazie ad un approccio partecipativo (bottom up), la realizzazione del progetto, apprezzando la possibilità di sostituire un impianto alimentato con fonti fossili attraverso la valorizzazione energetica di una risorsa locale rinnovabile.
<i>Comuni limitrofi</i>	Seguendo l'esempio di Camporgiano hanno preso in considerazione di costruire altre centraline a biomasse nei propri territori.
<i>ARPAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente della Toscana)</i>	Agenzia che si occupa di monitorare, nel rispetto della normativa ambientale, le emissioni inquinanti dei vari impianti energetici, industriali, etc. Ha imposto l'utilizzo di solo cippato di legna vergine per la centrale di Camporgiano.
<i>Azienda sanitaria locale</i>	La ASL si occupa di far rispettare la normativa sanitaria al fine di evitare rischi per la salute umana. Ha rilasciato le autorizzazioni necessarie per la messa in funzione della centrale.
<i>Corpo forestale dello stato</i>	Corpo di polizia forestale a cui è demandato l'onere di controllare che le operazioni di esbosco e gestione delle foreste in genere siano eseguite correttamente, in linea con quanto stabilito dalla legge.
<i>Mass Media</i>	Hanno supportato l'iniziativa di Camporgiano contribuendo a diffonderne la notorietà.
<i>Associazioni ambientaliste</i>	Non hanno ricoperto un ruolo specifico ai fini del progetto, pur condividendo il tipo di iniziativa in quanto basata sulla valorizzazione sostenibile di una risorsa rinnovabile.
<i>Università e centri di ricerca</i>	Pur non partecipando direttamente al progetto, hanno mostrato interesse per l'iniziativa, specialmente per fini di ricerca di varia natura.

Fonte: elaborazioni proprie

La costruzione del nuovo network è il risultato di un cambiamento rispetto ad una situazione ordinaria che prima caratterizzava una specifica area rurale: quella di Camporgiano. L'impianto a biomassa si è inserito infatti in un determinato contesto territoriale riconfigurando le relazioni esistenti tra gli attori locali ed introducendo nuove conoscenze ed informazioni attraverso un processo di apprendimento in fieri.

Prima dell'attuazione del progetto della centralina a biomassa, le informazioni e le conoscenze inerenti al tema delle bioenergie erano infatti molto limitate in questa area rurale. Allo stesso modo molti dei soggetti che hanno preso parte all'iniziativa o non avevano rapporti gli uni con gli altri, oppure non erano fisicamente presenti sul territorio in cui è stata realizzata l'opera. La possibilità – ed in parte la necessità – di impiegare per fini energetici la biomassa locale di origine forestale ha provocato una rottura delle normali routine quotidiane per una serie di attori, aprendo loro nuove prospettive e spingendo i medesimi a trovare nuovi assetti organizzativi.

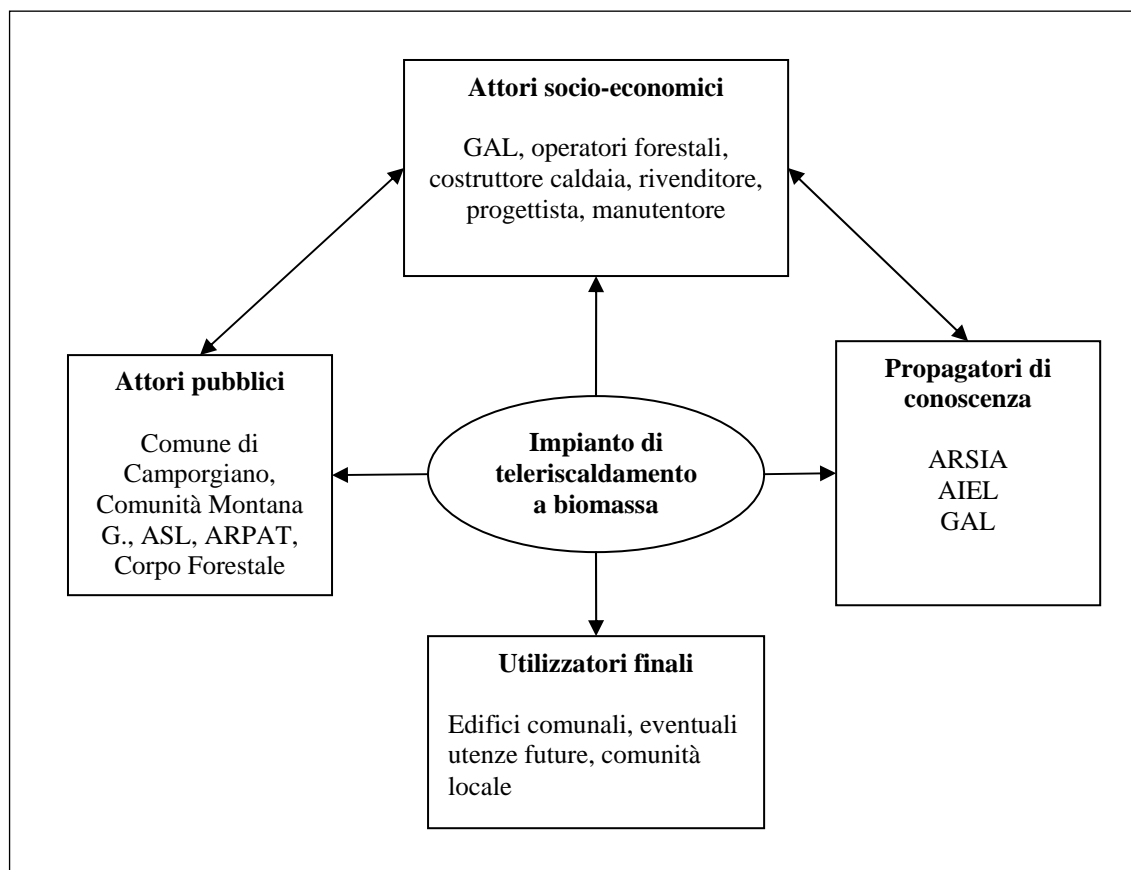
Figura 4.3 – Il network dell'impianto di teleriscaldamento di Camporgiano



Fonte: elaborazioni proprie

Il network creatosi attorno all'impianto di teleriscaldamento risulta infatti caratterizzato proprio dalle nuove relazioni instauratesi tra i diversi attori. Si pensi ad esempio ai rapporti tra Comune e comunità montana per la fornitura del cippato, tra GAL e Comune per il finanziamento dell'opera, tra AIEL ed ARSIA per il trasferimento delle conoscenze e l'assistenza tecnica, tra studio ingegneristico e Comune per la progettazione dell'opera, tra ditta termo-idraulica e Comune per la manutenzione della caldaia, e così via. Attraverso l'attivazione di queste nuove relazioni si è creato anche un processo di trasferimento della conoscenza relativo alle bioenergie in grado di condurre ad un rafforzamento del network stesso.

Figura 4.4– Le diverse tipologie di attori



Fonte: elaborazioni proprie

Inoltre è opportuno sottolineare come il network si sia formato in seguito ad un processo di problem-solving scaturito dalla necessità del Comune di Camporgiano di trovare una soluzione capace di soddisfare il fabbisogno termico di alcuni edifici di

nuova costruzione⁶³. Ciò ha dato il via ad un percorso che, tra le varie opzioni percorribili, ha individuato nella valorizzazione energetica della biomassa forestale la soluzione migliore. Tutti questi elementi – rottura delle routines, nuove soluzioni, nascita di un nuovo network, diffusione e trasferimento di conoscenza – permettono di affermare che la bioenergia, relativamente all’esperienza di Camporgiano, ha costituito un’innovazione per una specifica area rurale.

I diversi attori che hanno partecipato a questo percorso innovativo e che sono alla base del network della centrale possono essere raggruppati in quattro tipologie principali: attori pubblici, attori socio economici, attori propagatori di conoscenza, utilizzatori finali (figura 4.4). Talvolta, a seconda dei singoli contesti, gli stessi attori possono ricadere in più di una tipologia.

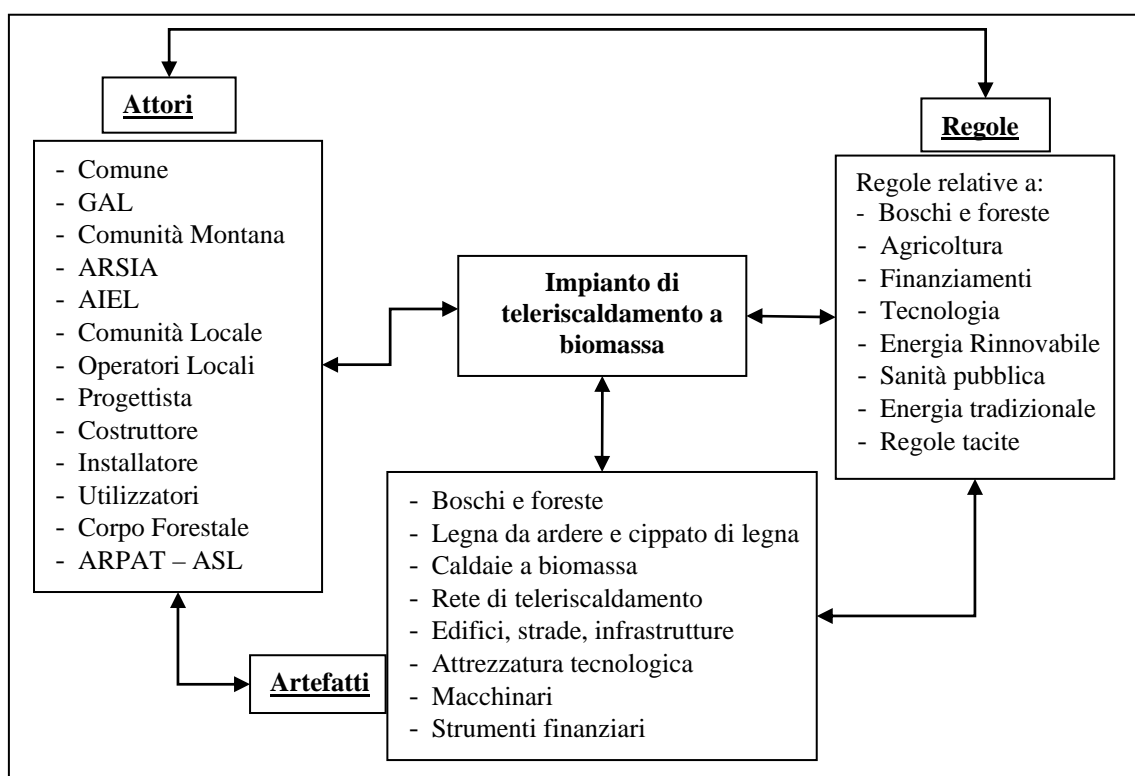
Il network originatosi attorno all’impianto a biomassa non è caratterizzato soltanto dalla presenza degli attori e dalle relazioni tra loro instauratesi, ma anche dall’interdipendenza di una serie di elementi materiali e sociali che ne influenzano il funzionamento. L’esperienza di Camporgiano si è infatti sviluppata all’interno di uno specifico contesto sociale, normativo, istituzionale ed ambientale e da questo è stata condizionata. Le pressioni provenienti da tale contesto, con il relativo bagaglio conoscitivo, sono state assimilate durante il processo decisionale che ha portato alla costruzione della centrale a biomasse, producendo così un nuovo mix di conoscenze. Al contempo però la creazione del nuovo network – risultato di un processo originatosi per trovare una soluzione ad uno specifico problema (problem-solving) – ha modificato il contesto di partenza.

L’interdipendenza tra elementi materiali e sociali all’interno del network può essere spiegata, come illustrato nel primo capitolo, attraverso il concetto di *sistema socio-tecnico*, ovvero quell’insieme di attori, regole e artefatti (nel senso di “cose” o elementi materiali) che interagendo tra loro facilitano, ostacolano od impediscono i processi di creazione e diffusione dell’innovazione. Gli **attori** sono rappresentati da tutti quei soggetti, singoli o collettivi, pubblici o privati, che, ciascuno con un proprio ruolo, sono coinvolti in una determinata esperienza di creazione o trasferimento di innovazione. Gli attori possono essere attivi o passivi ed assumere una posizione favorevole o contraria nei confronti di una specifica iniziativa.

⁶³ Necessità che può essere interpretata anche come una pressione proveniente dall’esterno.

Ricordiamo che le **regole** disciplinano i rapporti che intercorrono tra i diversi attori influenzando il loro modo di percepire e valutare il contesto in cui operano. Esse si presentano sotto forme diverse e possono essere raggruppate in tre categorie principali: *regole cognitive, normative, tecniche*. Le regole cognitive costituiscono quell'insieme di conoscenze, convenzioni e valori socialmente accettati e condivisi in base a cui gli attori interpretano la realtà ed individuano i problemi. Le regole normative si suddividono tra *regole morali e regole formali*, le prime aiutano a definire e a distinguere, in base ad una visione condivisa ed accettata della realtà, i comportamenti corretti – che gli attori possono assumere – da quelli che non lo sono. Le regole formali, ossia le leggi, stabiliscono invece ciò che è lecito e cosa no lo è ed il loro rispetto viene imposto attraverso un'attività di controllo e repressione. Le regole tecniche disciplinano l'utilizzo di determinate conoscenze all'interno di settori diversi (tecnologico, economico, sociale, etc.) orientandone i relativi processi produttivi ed organizzativi; esse fungono da tramite tra la dimensione tecnica e fisica e quella sociale.

Figura 4.5 –Il sistema socio-tecnologico dell'impianto a biomassa di Camporgiano



Fonte: elaborazioni proprie

Gli **artefatti** comprendono tutti gli elementi materiali presenti all'interno di un dato contesto, dalle infrastrutture alle risorse naturali e agli strumenti tecnologici. Gli artefatti sono in grado di influenzare le scelte degli attori ed alterare i rapporti tra gli stessi, in alcuni casi favorendo le loro decisioni ed ostacolando in altri. Talvolta gli artefatti sono il risultato tangibile di un processo di trasmissione ed accumulazione di conoscenze di varia natura. Si pensi ad esempio al bagaglio di conoscenze, non solo in termini di know how tecnologico, insito in una caldaia a biomasse. Di conseguenza gli attori che si interfacciano con determinati artefatti possono assimilare le conoscenze in essi contenute.

Relativamente all'esperienza di Camporgiano è possibile affermare che all'interno del network formatosi attorno all'impianto di teleriscaldamento si è configurato un *nuovo* sistema socio-tecnico basato su una serie di attori, regole e artefatti (figura 4.5). Ciò non significa che tutti gli elementi del sistema non fossero già presenti all'interno del territorio di Camporgiano, ad esempio le risorse forestali rappresentano una caratteristica (artefatto) strutturale dell'area, così come lo sono, tra i vari attori, il Comune, la Comunità Montana e gli operatori rurali. La costruzione della centrale ha però comportato l'inserimento di nuovi elementi (la caldaia, il progettista, la rete di teleriscaldamento, etc.) all'interno dello specifico contesto rurale. Questo ha determinato un ripensamento degli equilibri e delle relazioni esistenti dando vita ad un nuovo assetto delle relazioni tra attori, regole e artefatti: ovvero un nuovo sistema socio-tecnico.

Nel caso specifico di Camporgiano le relazioni che intercorrono tra i diversi elementi del sistema socio-tecnico sono dunque in grado, come riportato dalla rappresentazione grafica, di influenzare il funzionamento della centrale e la relativa organizzazione all'interno del network. Ad esempio il progetto del Comune (attore) si basa sulla disponibilità di risorse forestali sottoutilizzate (artefatti) il cui prelievo, effettuato dalla Comunità montana (attore) è regolato dalla normativa forestale (regole) e sottoposto ai controlli del Corpo Forestale dello Stato (attore); e così via.

Basandosi sulla teoria della transizione (Geels, 2004) la configurazione di un nuovo sistema socio-tecnico è una condizione sufficiente per individuare un'innovazione radicale o secondo grado.

4.2.5– Il caso studio e gli elementi di innovazione

L'esperienza di Camporgiano essa può essere considerata un'innovazione radicale in quanto il risultato di un processo di tipo problem-solving attivato all'interno di un network in seguito a una serie di pressioni interne ed esterne che, attraverso la mobilitazione di una serie di attori e grazie alla presenza di determinati fattori, ha condotto alla costruzione di un nuovo sistema socio-tecnologico. L'impianto di teleriscaldamento di Camporgiano costituisce infatti una risposta alla necessità di soddisfare il fabbisogno termico di alcuni edifici pubblici; esso rappresenta un nuovo modo di produrre calore attraverso l'utilizzo di una risorsa tradizionale locale e rinnovabile come il legno.




La realizzazione e l'attivazione della centrale a biomassa è stata resa possibile dalla presenza di una serie di fattori presenti all'interno del contesto locale, quali la disponibilità di una notevole quantità di biomassa forestale di origine locale; la presenza di numerosi operatori, non solo privati, attivi nel settore agro-forestale; la presenza sul mercato di tecnologie capaci di trasformare la biomassa legnosa in cippato; la presenza sul mercato di sistemi energetici moderni ed efficienti in grado di valorizzare la biomassa forestale. Sulla base di questi elementi è stato attuato un progetto ispirato ad un modello di sviluppo rurale sostenibile e caratterizzato da un approccio bottom-up che, coinvolgendo gli attori locali all'interno del percorso decisionale, ha facilitato il consenso da parte della comunità locale nei confronti di un impianto in grado di offrire nuove opportunità agli operatori rurali.

L'esperienza di Camporgiano ha introdotto una serie di elementi innovativi che possono essere raggruppati in tre tipologie: innovazioni sociali, organizzative e tecnico/logistiche (tabella 4.9). A livello sociale è stato introdotto il concetto in base al quale gli operatori rurali, in particolare gli imprenditori agricoli-forestali, possono diventare produttori di energia oltre che di prodotti destinati all'alimentazione. Questo a prescindere dal fatto che la filiera legno-energia attivata a Camporgiano abbia natura prevalentemente pubblica in cui i due attori principali sono Comune (proprietario, gestore ed utilizzatore finale) e Comunità Montana (fornitore della materia prima). L'aspetto che merita di essere sottolineato riguarda l'azione dimostrativa e di sensibilizzazione nei confronti della valorizzazione energetica della biomassa. La realizzazione della centrale, della rispettiva rete di teleriscaldamento della filiera di

approvvigionamento dimostra che nelle aree rurali, a determinate condizioni, questo tipo di esperienze, se di natura pubblica, si possono realizzare e ripetere coinvolgendo gli operatori privati. Ovviamente spetterà a questi ultimi, una volta acquisite le necessarie informazioni, anche grazie all'esempio di Camporgiano, attivarsi per trovare gli strumenti necessari (supporto tecnico, possibili fonti di finanziamento – pubbliche o private – etc.) per replicare iniziative simili in altre aree rurali.

Altro importante elemento innovativo sotto l'aspetto sociale riguarda l'utilizzo di un approccio bottom-up che ha coinvolto la comunità locale, facendole ricoprire un ruolo attivo, all'interno del processo decisionale che ha portato alla realizzazione della centrale. Come affermato in precedenza il coinvolgimento della comunità locale è molto importante ai fini dell'accettabilità sociale dell'opera che si intende realizzare. D'altronde un progetto teso a favorire lo sviluppo rurale attraverso la valorizzazione di una risorsa locale, non poteva prescindere da un approccio partecipativo, specialmente in nell'ottica della metodologia Leader, che, ricordiamo, attraverso gli appositi fondi di competenza del GAL ha permesso la realizzazione dell'opera.

Tabella 4.9 - Le diverse tipologie di innovazione

DA		A
Innovazioni sociali		
Agricoltura tradizionale		Bioenergia
Approccio Top down		Approccio Bottom up
Ruolo passivo degli attori locali		Coinvolgimento degli attori locali
Innovazioni organizzative		
Forme tradizionali di finanziamento		Nuove forme di finanziamento
Consumo energetico individuale		Consumo collettivo di energia
Attori singoli		Nuovi attori collettivi
Innovazioni tecnico/logistico		
Combustibili fossili		Biomasse forestali
Bassa efficienza energetica degli impianti		Moderne ed efficienti tecnologie
Riscaldamento individuale		Teleriscaldamento

Fonte: elaborazioni proprie

Sotto il profilo organizzativo occorre distinguere tra gli elementi innovativi connessi all'iniziativa realizzata e quelli che potranno emergere nel prossimo futuro, per i quali il progetto ha già posto le basi. Dal primo punto di vista risulta molto interessante la modalità con cui è stato finanziato il progetto. Attraverso i fondi comunitari Leader – gestiti dal GAL – è stato infatti possibile coprire circa il 70% dell'intero costo dell'opera, ciò ha permesso al Comune di ricorrere alle tradizionali forme di finanziamento erogate dagli istituti di credito (o simili) soltanto per la parte residuale (30%). I finanziamenti a fondo perduto non sono certo una novità nel panorama della politica agricola e di sviluppo rurale, sia nazionale che comunitaria, la novità risiede però nella logica dell'iniziativa Leader che si trova dietro al finanziamento erogato attraverso il GAL. In pratica, dei fondi comunitari gestiti da una società consortile locale – il GAL –, formata da attori pubblici e privati locali, sono stati messi a disposizione di un soggetto pubblico locale per realizzare un valido progetto teso a valorizzare una risorsa locale con cui creare ripercussioni positive sul territorio.

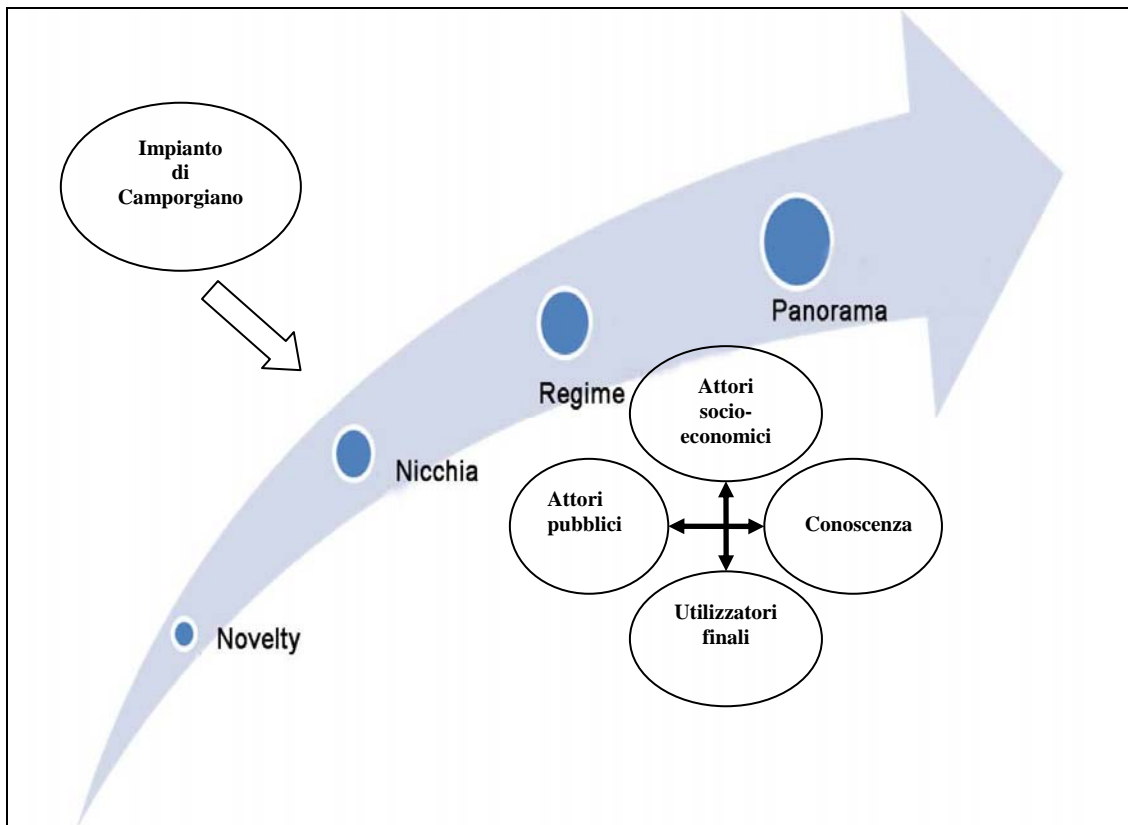
Sempre sul piano organizzativo, la costruzione dell'impianto di teleriscaldamento a biomasse ha reso necessario il passaggio da una modalità di consumo energetico individuale ad una collettiva. Sebbene infatti gli impianti di teleriscaldamento a servizio di utenze private prevedano anche l'installazione di scambiatori di calore e contatori in grado di contabilizzare l'energia termica consumata dalle singole utenze, la produzione del calore avviene comunque in maniera centralizzata e collettiva: una caldaia soddisfa le esigenze termiche di più edifici.

Infine il progetto, attraverso le varie fasi di informazione e divulgazione delle conoscenze, ha gettato le basi per stimolare l'aggregazione degli operatori rurali in modo da creare forme collettive di produzione e gestione sia della biomassa energetica che dell'energia ottenuta. L'obiettivo è quello di creare una filiera bosco-legna-energia che veda la partecipazione dei soggetti privati.

Sul piano tecnico è più che evidente il passaggio dall'utilizzo di un combustibile fossile – il gasolio – ad uno rinnovabile e disponibile localmente come la biomassa forestale, da impianti energetici a bassa efficienza ad altri più moderni ed efficienti, da forme di produzione ed utilizzo dell'energia individuali ad altre collettive come il teleriscaldamento in grado di offrire nuovi sbocchi ai prodotti forestali di scarso valore. E' opportuno sottolineare che alla base di questi cambiamenti, che potrebbero sembrare

banali, vi è lo sviluppo tecnologico, grazie al quale, negli ultimi anni è stato possibile introdurre sul mercato nuovi sistemi energetici efficienti alimentati a biomasse legnose. Queste caldaie fortemente automatizzate e caratterizzate da un elevato tasso di tecnologie che, nonostante l'elevato costo di acquisto, permettono di recuperare in un periodo di tempo relativamente breve il costo dell'investimento effettuato.

Figura 4.6 – La dimensione dinamica dell'impianto di Camporgiano



Fonte: elaborazioni proprie

Questi elementi tecnologici, se accompagnati da idonee scelte tecnico-logistiche (corretta impostazione della filiera, organizzazione della fase di approvvigionamento del cippato, etc.), rendono la valorizzazione energetica della biomassa forestale economicamente competitiva rispetto ai combustibili fossili, anche grazie al minor costo del cippato. L'esperienza di Camporgiano, se analizzata attraverso il modello multilivello sviluppato per spiegare la dinamica evolutiva delle innovazioni radicali, può essere collocata al livello di nicchia⁶⁴. Il progetto della centrale si è sviluppato

⁶⁴ Vedi capitolo 1, paragrafo 1.5.

infatti in uno specifico contesto rurale dando origine ad un network protetto in cui, attraverso un'applicazione bio-energetica è emerso e si è diffuso il paradigma delle energie rinnovabili (figura 4.6).

All'interno di questo spazio protetto è stato possibile dimostrare la validità di una tecnologia innovativa – ma già consolidata e presente sul mercato – per la valorizzazione energetica delle biomasse forestali. L'iniziativa intrapresa ha coinvolto una serie di attori che hanno instaurato nuove relazioni oppure hanno rafforzato quelle già esistenti. Gli attori a loro volta si interfacciano e si confrontano con gli artefatti e le regole di un nuovo sistema socio-tecnico formatosi in seguito alla realizzazione della centrale. Tutti questi rapporti favoriscono la circolazione di nuove informazioni ed il trasferimento delle conoscenze, ponendo le basi per la creazione di un modello energetico alternativo – basato su una risorsa rinnovabile e disponibile localmente – e replicabile.

La protezione offerta dalla nicchia e l'acquisizione di nuove conoscenze all'interno del network ha incoraggiato gli attori a gettare le basi per la sperimentazione di nuove forme organizzative, imprenditoriali e gestionali. In particolare l'azione dimostrativa svolta dalla centrale e dalla relativa filiera di approvvigionamento, anche grazie a specifiche iniziative di trasferimento delle conoscenze, ha stimolato l'interesse degli attori locali nei confronti della biomasse forestali e delle opportunità da esse offerte. A tal proposito il GAL Garfagnana Ambiente e Sviluppo ha istituito uno specifico servizio di front-office per fornire informazioni ai soggetti interessati ad investire nella filiera bosco-legno-energia. Su iniziativa della Comunità Montana è invece stata realizzata una piattaforma di conferimento, stoccaggio e commercializzazione del materiale legnoso per l'approvvigionamento di centrali termiche alimentate a cippato di prossima costruzione. Sempre sul territorio del Comune di Camporgiano è stata allestita un'area recintata, ed attrezzata con teli traspiranti per la protezione del materiale stoccato, una cippatrice e strumenti per la definizione delle caratteristiche fisico-merceologiche del cippato (umidità, pezzatura). La piattaforma lavora sia il legname proveniente dagli esboschi effettuati dalla Comunità Montana, sia quello conferito dai privati ed è in grado di sostenere le eventuali necessità anche di ulteriori centrali dell'area.

L'esperienza di Camporgiano ha costituito un modello di riferimento per tutta l'area della GAL Garfagnana, lo dimostra il fatto che pochi anni dopo la messa in funzione

della centrale di teleriscaldamento un'iniziativa simile è stata ripetuta nel vicino comune di Careggine. Risultano poi essere complessivamente nove gli impianti a biomassa in corso di realizzazione sull'intero territorio del GAL, sei in provincia di Lucca e tre in quella di Pistoia.

Tuttavia l'iniziativa più significativa tesa ad incentivare l'interesse degli operatori privati, inizialmente esclusi sia dalla fornitura della materia prima per l'alimentazione della centrale che dall'allacciamento all'impianto di teleriscaldamento, è quella prevista dal Comune di Camporgiano. Quest'ultimo è infatti intenzionato da un lato ad ampliare la rete di teleriscaldamento ad altri edifici, tra cui alcune utenze private, e da un altro a fondare una società a capitale misto pubblico-privato a cui affidare la gestione dell'intero impianto e della relativa filiera. Di conseguenza i futuri gestori, tra cui gli operatori privati, dovranno garantire la fornitura del cippato necessario ad alimentare la centrale ed allo stesso tempo potranno vendere il calore prodotto traendone un profitto.

In estrema sintesi questa opzione rappresenta la forma più evoluta di filiera legno-energia tra quelle possibili:

1. *Filiera dell'autoconsumo.* Il proprietario dell'impianto (pubblico o privato) gestisce anche la risorsa boschiva da cui viene auto-prodotto il cippato provvedendo alla fornitura. Il calore ottenuto viene utilizzato per fini interni e non ceduto all'esterno.
2. *Filiera della vendita del cippato.* Si basa sulla presenza in un dato territorio di alcuni impianti di piccola e media taglia – al servizio di edifici pubblici e/o privati – ai quali imprese agroforestali locali, individuali o in forma aggregata, assicurano la fornitura del cippato.
3. *Filiera della vendita del calore (contracting).* E' la forma di filiera più complessa e può avvenire attraverso due modalità:
 - a. Modello dell'affidamento della gestione dell'impianto (EPC, Energy Performance Contracting). Il proprietario dell'impianto, spesso un ente pubblico locale, dopo averlo realizzato ne affida la gestione ad un'impresa agroforestale locale sulla base di un apposito contratto in cui si specificano una serie di prestazioni che devono essere garantite e rispettate (qualità e prezzo del cippato, durata della fornitura, prezzo di cessione del calore prodotto, eventuale provenienza della materia prima, etc.).

- b. Modello E.S.Co (Energy Service Company). In questo caso è la stessa impresa agro-forestale, in forma individuale o associata, che costruisce l'impianto termico, ne cura la gestione e ne organizza la filiera, vendendo poi a terzi il calore ottenuto.

Nel *contracting* l'impresa agroforestale massimizza la remunerazione della propria attività attraverso la vendita del calore alle utenze, con le quali stipula un contratto di "servizio calore", andando così oltre la semplice fornitura del cippato. Ciò permette di superare molti dei problemi legati all'approvvigionamento della materia prima, in particolare quelle relative alle caratteristiche del cippato ed al suo prezzo. Infatti quando gestore dell'impianto e fornitore del cippato sono due soggetti diversi può accadere che le priorità del primo siano diverse da quelle del secondo, generando così ripercussioni negative sul buon funzionamento della caldaia. In particolare il gestore cercherà di reperire il cippato al prezzo più basso presente sul mercato, senza porre attenzione alla valorizzazione delle risorse forestali locali. Il fornitore invece, per essere più competitivo, preferirà approvvigionarsi soprattutto presso l'industria del legno, in quanto il cippato di bosco ha costi di produzione più elevati. L'impiego di cippato con caratteristiche qualitative non idonee (pezzatura, contenuto idrico, impurità, etc.) agli impianti compromette il corretto funzionamento delle caldaie minacciando lo sviluppo dell'intero settore.

Queste problematiche possono essere superate sia attraverso la diffusione di contratti pluriennali per la fornitura del cippato, in cui siano specificati prezzo e caratteristiche qualitative richieste, sia attraverso l'implementazione del modello *contracting*. Quando il soggetto che gestisce l'impianto è anche il fornitore del cippato vi è tutto l'interesse a produrre cippato di alta qualità in modo da garantire l'ottimale funzionalità dell'impianto.

Per concludere l'analisi del caso studio, in merito all'iniziativa di Camporgiano è possibile individuare i principali punti di forza e di debolezza, le opportunità e le minacce/sfide che hanno caratterizzato, ma che potrebbero anche contribuire a modificare, una specifica iniziativa di valorizzazione della biomassa forestale (tabella 4.10).

Tabella 4.10 - Punti di forza e di debolezza dell'iniziativa di Camporgiano

<p>Punti di Forza</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grande disponibilità di biomassa forestale locale • Presenza di un vivace tessuto imprenditoriale agro-forestale • Presenza sul mercato di una tecnologia innovative ed efficiente • Convenienza economica dell'utilizzo del cippato rispetto ai combustibili fossili • Presenza di foreste demaniali gestate da soggetti pubblici • Contribuire alla lotta al riscaldamento globale • Supporto della comunità locale 	<p>Punti di debolezza</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necessità di supporto pubblico e finanziario • Scarse conoscenze in merito alla bioenergia tra gli operatori locali • Mancanza di assistenza tecnica a livello locale in merito alle bioenergie • Necessità di ulteriori azioni di informazione e trasferimento della conoscenza • Investimenti caratterizzati da costi iniziali molto elevati • Scarso ricambio generazionale tra gli operatori rurali locali, specialmente agro-forestali.
<p>Opportunità</p> <ul style="list-style-type: none"> • Domanda potenziale di biomassa in espansione • Valorizzazione attraverso la cippatura dei prodotti forestali con scarso valore • Crescente interesse tra gli operatori in merito alla valorizzazione energetica della biomassa • Nuove opportunità per gli operatori rurali • Possibilità di nuove fonti di reddito per gli imprenditori agro-forestali • Possibili ricadute occupazionali locali 	<p>Minacce/sfide</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rischi ambientali connessi ad una eventuale eccessiva pressione sulle risorse boschive • Possibilità di ridurre la dipendenza energetica dalle fonti fossili • Riscoperta del bosco e delle tradizioni ad esso collegato

Fonte: elaborazioni proprie

CAPITOLO 5. CONCLUSIONI

5.1 – Premessa

Il presente lavoro ha cercato di affrontare il tema delle bioenergie utilizzando un approccio diverso da quello spesso impiegato in altri lavori. L'ipotesi che si è cercato di dimostrare è quella che le bioenergie costituiscono un'innovazione per l'agricoltura e le aree rurali. Per fare questo si è partiti dalla costruzione di un quadro teorico in cui è stato definito il concetto di innovazione, illustrando quali sono o sono stati i principali approcci con cui studiosi appartenenti a discipline diverse hanno affrontato il tema dell'innovazione.

Da questa ricostruzione sono emersi vari spunti di riflessione a partire dal fatto che l'innovazione si presta a molteplici interpretazioni, ciascuna delle quali tende ad enfatizzare un aspetto piuttosto che un altro (tecnologico, sociale, conoscitivo, etc.). Sicuramente un aspetto fondamentale dei processi innovativi è rappresentato dalla dimensione tecnologica, nella quale però sono insiti una serie di elementi di varia natura (sociali, morali, fisici, etc.). L'innovazione però non può essere sinonimo di un semplice cambiamento tecnologico, è necessario andare oltre a questo approccio per poter cogliere i diversi aspetti che caratterizzano un percorso innovativo. Da qui la necessità di un approccio ampio ed olistico, in grado di interpretare le diverse forme e dimensioni dell'innovazione in un contesto dinamico.

Tutto questo ha portato alla costruzione di un modello multilivello capace di interpretare i processi innovativi, intesi come rotture rispetto alla quotidianità, in tutte le sue forme e dimensioni. Tuttavia non tutte le innovazioni sono uguali e si pongono sullo stesso piano, molto dipende dal paradigma all'interno del quale esse nascono e si sviluppano. Le innovazioni che inseguono il paradigma dominante avranno più possibilità di successo e diffusione – almeno nel breve periodo – ma seguiranno un percorso dettato provocando minori cambiamenti e destrutturazioni (innovazioni di primo grado). Diversamente le innovazioni che si ispirano a paradigmi alternativi avranno meno possibilità di affermarsi, ma la loro diffusione costituisce un elemento di

rottura con la quotidianità determinando una riconfigurazione ed un nuovo equilibrio degli assetti esistenti tra una serie di elementi (innovazioni radicali).

Il quadro teorico così costruito utilizzato per interpretare il tema della bioenergia e dimostrare che questa, in determinate condizioni, può costituire un'innovazione radicale. Prima di arrivare a tale affermazione è stato ampiamente trattato, sotto diversi aspetti, il tema delle bioenergie. In particolare è stata posta attenzione ai diversi fattori che negli ultimi anni hanno favorito lo sviluppo delle bioenergie. Gradualmente l'analisi si è spostata da un contesto globale, in cui è stato descritto a grandi linee il modello energetico dominante al cui interno si stanno diffondendo le fonti di energia rinnovabile, ad uno territoriale in cui le interconnessioni tra bioenergia e ruralità risultano più evidenti.

In generale bioenergie si caratterizzano infatti per una doppia dimensione: da un lato sono chiamate a contribuire al raggiungimento di obiettivi di ordine globale – lotta al cambiamento climatico, riduzione della dipendenza dai combustibili fossili, etc. – da un altro partecipano attivamente a politiche di sviluppo rurale connotate da una forte dimensione territoriale e locale. Le bioenergie costituiscono un raro punto di tangenza tra il sistema energetico e quello agricolo-rurale, ma a nostro avviso le interdipendenze tra i due sistemi sono maggiormente apprezzabili a livello locale. Per questo motivo è stato scelto di analizzare, attraverso il quadro teorico precedentemente sviluppato, i caratteri innovativi di una specifica iniziativa di valorizzazione energetica della biomassa legata ad un determinato contesto: l'impianto di teleriscaldamento di Camporgiano.

In seguito a questa risulta abbastanza rischioso giungere a conclusioni generalizzate e valide per tutte le tipologie di applicazioni bioenergetiche. Tuttavia alcune distinzioni possono, anzi devono essere fatte, tenendo presente proprio quanto appreso dall'esperienza del caso studio. Infatti, se è vero è un rischio azzardare conclusioni troppo generalizzate, sarebbe altrettanto errato non definire alcuni punti fermi.

5.2 – Alcuni spunti di riflessione

Sulla base del quadro teorico utilizzato ai fini del presente lavoro è possibile affermare che le bio-energie, qualora caratterizzate da un forte legame con il territorio

locale in cui si sviluppano, sia dal punto di vista dei metodi produttivi che relativamente alle loro applicazioni, rappresentano un esempio di innovazione radicale ed implicano la costruzione di nuovi sistemi socio-tecnologici.

Le bio-energie si fondano sul paradigma alternativo delle fonti di energia rinnovabile che, all'interno del sistema energetico, si contrappone e coesiste con quello dominante dei combustibili fossili⁶⁵. Il paradigma delle energie rinnovabili implica un profondo ripensamento del modo di produrre e di consumare energia verso criteri di sostenibilità e compatibilità ambientale. Al contempo le politiche di promozione delle bio-energie sono motivate oltre che, come tutte le fonti rinnovabili, dall'esigenza di ridurre la dipendenza energetica dai combustibili fossili e le emissioni di gas serra, dalla possibilità di offrire nuove opportunità agli operatori agricoli (e non solo) contribuendo ad uno sviluppo rurale sostenibile.

Questi elementi non sono di per sé sufficienti a rendere la bio-energia, nelle sue molteplici applicazioni, un'innovazione radicale *sic et simpliciter*. La bio-energia rappresenta un raro punto di tangenza tra due sistemi di solito molto distanti tra loro: quello energetico e quello agricolo. Di conseguenza una determinata applicazione bio-energetica può essere considerata un'innovazione radicale soltanto se gli elementi di rottura (produttivi, organizzativi, tecnologici, logistici, etc.) con il modello dominante fanno riferimento ad entrambi i sistemi (energetico ed agricolo) e conducono alla creazione di un nuovo sistema socio-tecnologico. In molti casi infatti le bio-energie rappresentano delle innovazioni di primo grado, nel senso che si inseriscono all'interno del sistema energetico ed agricolo dominanti senza provocare particolari cambiamenti o minacciarne la stabilità. A tal proposito si pensi alle centrali elettriche di grandi dimensioni alimentate a biomasse, che, pur utilizzando una fonte rinnovabile, sono costruite ed organizzate sulla base degli stessi criteri utilizzati per le centrali a combustibili fossili. Allo stesso modo le coltivazioni energetiche basate su un modello di agricoltura intensivo e finalizzate alla produzione dei biocarburanti non implicano una rottura delle normali routine degli imprenditori agricoli, ciò che cambia è soltanto la destinazione finale della materia prima ottenuta: da alimentare ad energetica.

In generale gli elementi di innovazione introdotti dalle bio-energie all'interno del settore primario sono molteplici, tanto che a seconda delle diverse fasi di produzione,

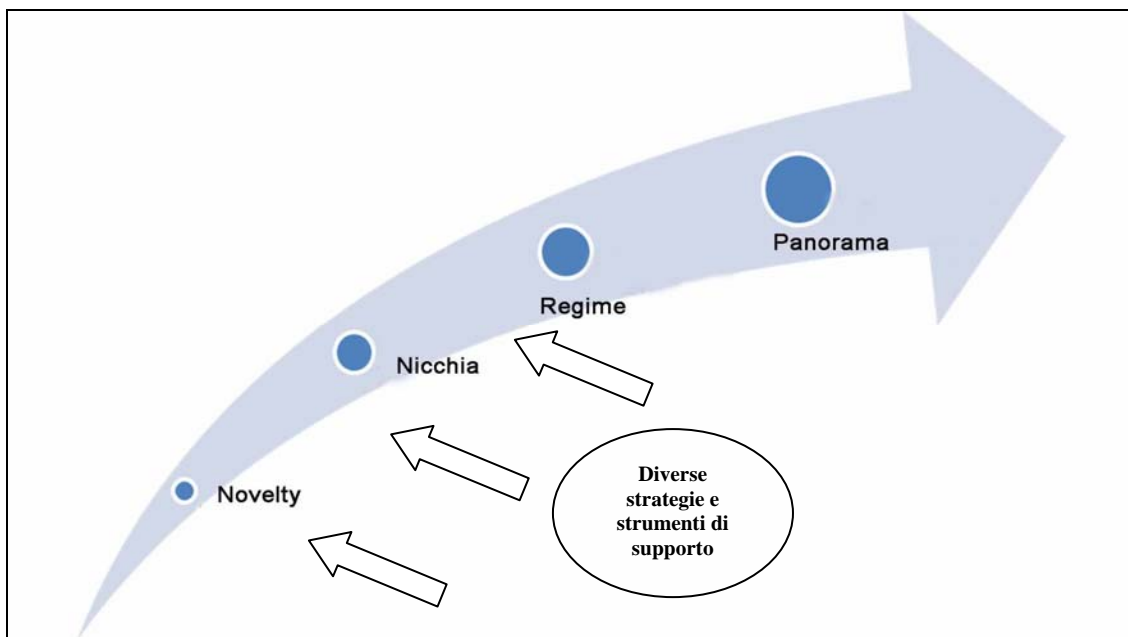
⁶⁵ La coesistenza di due paradigmi contrapposti in campo energetico è spiegata dalle forti resistenze poste in essere dai gruppi di interesse che sostengono le energie fossili.

trasformazione ed utilizzo delle biomasse è possibile individuare diverse tipologie di innovazioni:

- Dal lato della produzione possono essere introdotte nuove colture e nuove tecniche colturali per fini energetici oppure nuovi modi per valorizzare gli scarti o migliorare la raccolta ed il trasporto della biomassa.
- La trasformazione in chiave energetica della biomassa richiede l'utilizzo di soluzioni tecnologiche sempre più efficienti e nuovi modi di organizzare i relativi processi.
- L'utilizzo delle bioenergie implica la nascita di nuovi canali per la vendita dell'energia ed altrettanti metodi di fornitura.

Tuttavia soltanto in alcuni casi si può parlare di innovazioni radicali, ovvero qualora si abbia un'alterazione degli equilibri e delle relazioni tra attori, regole ed artefatti in grado di condurre alla creazione di un nuovo sistema socio-tecnologico.

Fig. 2.7. Ripartizione del mix energetico dell'UE (27) – (2007)



Fonte: elaborazione propria

Dal punto di vista dinamico la posizione delle bioenergie a varia seconda della specifica applicazione considerata. In relazione all'iniziativa del caso studio si è detto che essa si colloca al livello di nicchia, tuttavia esperienze simili realizzate in contesti diversi e basate su tecnologie meno mature potrebbero collocarsi a livello di

novelty. In generale però è possibile affermare che la bioenergia, attraverso le sue varie forme, è lontana dal rappresentare una seria minaccia per il sistema energetico basato sui combustibili fossili, anche se una sua maggiore diffusione può contribuire al rafforzamento del paradigma delle energie rinnovabili.

La posizione evolutiva delle bioenergie varia però anche in base agli specifici contesti regionali o nazionali in cui esse si sviluppano ed in relazioni ai diversi strumenti di supporto previsti (figura 5.1). Di conseguenza all'interno di uno stesso contesto alcune applicazioni possono essere maggiormente diffuse di altre e seguire percorsi diversi. Ad esempio le politiche di incentivazione dei biocarburanti ha uno scopo diverso rispetto a quello di quelle regionali di implementazione delle filiere legno-energia. La posizione occupata dalle due applicazioni bioenergetica risulterà quindi diversa perché diversi saranno gli obiettivi perseguiti e gli strumenti predisposti per raggiungerli. Un'applicazione bioenergetica che gode di un forte appoggio a livello nazionale o sovranazionale avrà più possibilità di emergere rispetto ad una strategia portata avanti in ambito locale (resta però da dimostrare che l'applicazione più sponsorizzata sia anche la migliore o la più efficiente).

Infine rimane il fatto che, sulla base delle attuali conoscenze tecnologiche, esistono dei limiti fisici allo sfruttamento energetico della biomassa essendo questa una fonte rinnovabile ma non infinita, per questo motivo lo sviluppo delle bioenergie deve considerare anche gli eventuali costi ambientali ad esso connessi.

5.3 – Bioenergia: quale paradigma?

In precedenza abbiamo affermato che le bioenergie seguono il paradigma delle energie rinnovabili in contrapposizione a quello delle fonti energetiche tradizionali. Ai due paradigmi corrispondono rispettivamente due diversi sistemi energetici: il primo emergente propone un sistema decentrato sul territorio costituito da impianti medio-piccoli alimentati da fonti di energia rinnovabili; il secondo è quello dominante e si basa sulla presenza di grandi impianti localizzati in specifiche aree alimentati attraverso i combustibili fossili. Viene però da chiedersi se tutte le tipologie di bioenergie, pur essendo delle fonti di energia sostenibile, contribuiscono al rafforzamento del paradigma emergente e del relativo modello energetico oppure rischiano, nonostante i

buoni propositi, di appiattirsi sulle posizioni del paradigma e del modello dominante. Il discorso vale anche – e soprattutto – per le politiche di supporto ed incentivazione delle bioenergie: quali applicazioni si vogliono favorire e sulla base di quale modello?

La domanda rimane aperta, nonostante le impressioni personali che a breve andremo ad esprimere. Questo tipo di dubbio riguarda infatti anche il modello agricolo in cui le bioenergie si sviluppano, specialmente in relazione alla produzione della materia prima. Le bioenergie si posizionano all'interno di un modello di agricoltura multifunzionale basato sul paradigma – emergente – dello sviluppo rurale sostenibile, oppure in un modello agricolo produttivista imperniato sul paradigma – dominante – della modernizzazione? Qual è il ruolo delle varie politiche di sostegno?

Sicuramente l'esperienza del caso studio ha dimostrato che alcune iniziative di valorizzazione energetica della biomassa si collocano all'interno di una logica innovativa tesa a rafforzare sia un modello di sviluppo rurale sostenibile che un nuovo modello energetico diffuso, decentralizzato e sostenibile. Tuttavia non sembra che sia sempre così, a tal proposito possiamo citare nuovamente i due esempi menzionati in precedenza: biocarburanti e grandi centrali elettriche a biomassa. I primi, sotto il profilo agricolo – tranne nei rari casi in cui sono ottenuti da scarti o sottoprodotti – rientrano in una logica agro-industriale basata su tecniche colturali intensive, tesa a conseguire economie di scala e dominata dalle multinazionali agricole. Dal punto di vista energetico si inseriscono nel modello dominato dalle fonti fossili, poiché la parziale azione sostitutiva da essi attuata nei confronti di carburanti tradizionali non modifica i meccanismi alla base del settore dei trasporti e dei carburanti. I motori che utilizzano i biocarburanti subiscono soltanto lievi modifiche rispetto alle versioni tradizionali, la rete infrastrutturale e di distribuzione è praticamente la stessa di gasolio e benzina, gli attori chiave della filiera pure (multinazionali del petrolio, raffinerie, etc.) e così via.

In maniera analoga le grandi centrali elettriche a biomassa seguono sono progettate secondo gli stessi criteri di una centrale tradizionale: posizione strategica per l'approvvigionamento della materia, fattore che presuppone la vicinanza di una grande infrastruttura; produzione centralizzata che, grazie a una rete di trasmissione già esistente, può raggiungere molteplici utenze; forte impatto ambientale a livello locale; approvvigionamento esterno della materia prima con scarse ricadute per il settore agro-forestale locale. In particolare una movimentazione della materia prima su lunghe

distanze, essendo il costo di trasporto una delle principali determinanti del prezzo finale del combustibile alla bocca dell'impianto, può compromettere la competitività della produzione di energia da biomasse rispetto a quella realizzabile con fonti convenzionali. Dal punto di vista ambientale inoltre, la distanza tra il luogo di produzione e quello di impiego della biomassa incide sul volume delle emissioni rilasciate in atmosfera dai mezzi utilizzati per tale movimentazione. Distanze più lunghe implicano un peggiore bilancio complessivo delle emissioni di CO₂ e possono arrivare a neutralizzare l'effetto positivo sull'ambiente derivante dalla sostituzione di combustibili di origine fossile con le biomasse legnose.

Volendo generalizzare è possibile affermare che bioenergia non è sinonimo né di sviluppo rurale sostenibile né di innovazione radicale: dipende dal paradigma di riferimento e dallo scopo che si vuole perseguire attraverso la diffusione della stessa. L'analisi svolta ha però cercato di dimostrare che in alcuni casi la bioenergia costituisce un'innovazione – definita in base ad un approccio alternativo che va oltre l'aspetto tecnologico attribuendo molta importanza al contesto di riferimento – coinvolge la sfera agricola e quella rurale contribuendo al rafforzamento di uno sviluppo rurale ispirato ai principi della sostenibilità. Affinché questo sia possibile è però necessario che siano rispettate una serie di condizioni:

- Gli impianti per la produzione di bioenergia devono essere il frutto di un processo decisionale basato su un approccio bottom-up in grado di coinvolgere gli attori locali; ciò garantisce accettabilità sociale. L'efficienza tecnica, ma anche economica, deve essere assicurata dall'utilizzo di tecnologie moderne e collaudate.
- Le materie prime utilizzate a fini energetici devono essere il risultato di una gestione sostenibile delle risorse agricole, naturali ed ambientale volta a garantire l'integrità degli ecosistemi. E' necessario valutare l'offerta potenziale di biomassa considerando anche il contributo degli scarti.
- Le filiere energetiche devono essere preferibilmente corte, in modo che la valorizzazione energetica della biomassa possa avvenire nella stessa area in cui la biomassa è stata prodotta; ciò aiuta a ridurre l'impatto ambientale ed i costi di trasporto.
- Le esperienze realizzate in campo bio-energetico devono avere una funzione dimostrativa in grado da un lato di stimolare l'interesse degli operatori rurali e da un

altro di facilitare il trasferimento della conoscenza. Ciò facilita la replicabilità di determinate esperienze in contesti simili anche se geograficamente lontani.

Nel caso in cui queste condizioni siano soddisfatte allora è possibile affermare che le applicazioni bio-energetiche costituiscono delle innovazioni radicali che contribuiscono ad uno sviluppo rurale sostenibile. Esse sono in grado di offrire nuove opportunità per gli operatori rurali, aiutare la diffusione delle energie rinnovabili, combattere il riscaldamento globale a livello locale e contribuire al risparmio energetico. Quando invece vengono seguiti altri percorsi fondati su presupposti diversi, allora le bioenergie non costituiscono uno strumento utile per raggiungere gli obiettivi delle politiche di sviluppo rurale sostenibile.

Inoltre le filiere bio-energetiche basate sullo sfruttamento della biomassa forestale e su impianti di piccola o media scala – come quello di Camporgiano – contribuiscono alla nascita di un nuovo modello energetico distribuito sul territorio ed in grado di coinvolgere le aziende agro-forestali locali. L’attivazione di filiere di questo tipo permette anche di offrire un adeguato livello di remunerazione alle aziende coinvolte valorizzando al contempo le risorse forestali locali e tutelando le stesse attraverso una loro gestione sostenibile.

Il modello bioenergetico basato sullo sviluppo del settore legno-energia caratterizzato da impianti di piccole e medie dimensioni collocati in prossimità dei luoghi di produzione della materia prima, se da un lato non determina vantaggi significativi in termini di lotta ai cambiamenti climatici e non rappresenta una soluzione ai problemi energetici globali, risulta essere vincente sotto il profilo di una ruralità sostenibile.

Rimane comunque il vincolo rappresentato dallo sfruttamento della risorsa forestale, il cui prelievo annuo non deve superare il relativo tasso di accrescimento naturale. Ciò pone un limite all’espansione e alla replicabilità delle filiere legno-energia in un’area circoscritta e di conseguenza anche al numero di operatori agro-forestali che possono parteciparvi ottenendo una remunerazione per l’attività svolta.

BIBLIOGRAFIA

- Aeberhard A., Rist S. [2009], “Transdisciplinary co-production of knowledge in the development of organic agriculture in Switzerland”, *Ecological Economics*, vol. 68, n. 4, pp. 1171-1181.
- Aerni P. [2009], “What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views in Switzerland and New Zealand”, *Ecological Economics*, IN PRESS,
- Alcott B. [2008], “The sufficiency strategy: Would rich-world frugality lower environmental impact?”, *Ecological Economics*, vol. 64, n. 4, pp. 770-786.
- Alkemade F. *et al* [2007], “Analysing emerging innovation systems: a functions approach to foresight”, *International Journal Foresight and Innovation Policy*, Vol. 3, n. 2, pp. 214-240.
- ARSIA (2004), “Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm”, Quaderno Arsia n.6, ARSIA - Regione Toscana, Firenze.
- Asheim B., Gertler M.S. [2006], “*The geography of innovation: regional innovation systems*”, In: Fagerberg J. *et al* (a cura di) “*The oxford handbook of innovation*”, Oxford university press, New York.
- Ayres R. U. [2008], “Sustainability economics: Where do we stand?” *Ecological Economics*, vol. 67, n. 2, pp. 281-310.
- Banse M. *et al*. [2008], “Will EU biofuel policies affect global agricultural markets?”, *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 35 (2), pp. 117–141.
- Bardi U. [2003], “La fine del petrolio: combustibili fossili e prospettive energetiche nel ventunesimo secolo”, Editori Riuniti, Roma.
- Bartoli D. [2007], “La conferenza di Roma sui cambiamenti climatici”, *QA-Rivista dell’Associazione Rossi-Doria*, n. 3/2007, pp. 171-181.
- Baumgärtner S. *et al* [2008], “Relating the philosophy and practice of ecological economics: The role of concepts, models, and case studies in inter and transdisciplinary sustainability research”, *Ecological Economics*, vol. 67, n. 2, pp. 384-393.

- Bergmann A. *et al* [2008], “Rural versus urban preferences for renewable energy developments”, *Ecological Economics*, vol. 65, n. 3, pp. 616-625.
- Bergsma G. *et al.* [2007], “Biofuels and their global influence on land availability for agriculture and nature. A first evaluation and a proposal for further fact finding”, CE Delft.
- Berndes G. [2002], “Bioenergy and water - the implications of large-scale bioenergy production for water use and supply”, *Global Environmental Change*, vol. 12, n. 4, pp. 253-271.
- Bolletta L., Della Rocca M, (a cura di) [2008], “Fonti energetiche rinnovabili: la sfida delle agroenergie”, Dossier Fondazione Metis, Roma.
- Bonari E. *et. al.* (a cura di) [2009], “L’impresa agroenergetica. Ruolo e prospettive nello scenario 2 volte 20 per il 2020”, Quaderni del Gruppo 2013, Edizioni Tellus, Roma.
- Brainard J. *et al* [2009], “The social value of carbon sequestered in Great Britain's woodlands”, *Ecological Economics*, vol. 68, n. 4, pp. 1257-1267.
- Bruckmeier K. [2000], “LEADER in Germany and the Discourse of Autonomous Regional Development”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 40, n. 2, pp. 219-227.
- Brunori *et al.* [2009], “Towards a better conceptual framework for innovation processes in agriculture and rural development: from linear models to systemic approaches”, *The Journal of Agricultural Education and Extension*, Vol. 15, n.2, pp. 131-146.
- Buchholz T. S. *et al.* [2007], “A participatory systems approach to modeling social, economic, and ecological components of bioenergy”, *Energy Policy*, vol. 35, n. 12, pp. 6084-6094.
- Buller H. [2000], “Re-Creating Rural Territories: LEADER in France”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 40, n. 2, pp. 190-199.
- Cadenas A., Cabezudo S., [1998], “Biofuels as Sustainable Technologies: Perspectives for Less Developed Countries”, *Technological Forecasting and Social Change*, n. 58, pp. 83–103.
- Canali M. [2007], “Effetti delle politiche dei biocarburanti sull’agricoltura europea”, *Politica Agricola Internazionale*, n. 4, pp. 97-113.
- Canali M. [2008], “Competizione tra biocarburanti e alimentazione per lo sfruttamento delle risorse agricole, impatti sull’agricoltura europea”, paper presentato al XLV

- Convegno S.I.D.E.A., *Politiche per i sistemi agricoli di fronte ai cambiamenti: obiettivi, strumenti, istituzioni*.
- Cerruti R., Neri T. [2007] “Riforma Fischler e strategie aziendali: un’indagine sulla produzione di grano duro in Toscana”, *Agriregionieuropa*, Anno 3, Numero 8.
- Chinese D., Meneghetti A. [2005], “Optimisation models for decision support in the development of biomass-based industrial district-heating networks in Italy”, *Applied Energy*, n. 82, pp. 228-254.
- Cloke P. [1997], “Country Backwater to Virtual Village? Rural Studies and 'The Cultural Turn'”, *Journal of Rural Studies*, Vol 13, No 4, pp. 367-375.
- Coiante D. [2004], “Le nuove fonti di energia rinnovabile. Tecnologie, costi e prospettive”, Franco Angeli Milano.
- Colin J. Campbell C. J., Laherrère J.H. [1998], “The End of Cheap Oil”, *Scientific American Magazine*, March, pp. 78-93.
- Commissione Europea [2006], “Biofuels in the European Union – A vision for 2030 and beyond”, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Costantini V., Crespi F. [2008], “Environmental regulation and the export dynamics of energy technologies”, *Ecological Economics*, vol. 66, n. 3, pp. 447-460.
- Costato L. [2007], “La situazione mondiale in materia di energia, materie prime, ambiente e alimentazione”, *Agricoltura-Istituzioni-Mercati*, n. 3/2007, pp. 13-23.
- Cotula L. *et al.* [2008], “Fuelling exclusion? The biofuels boom and poor people’s access to land”, FAO and IEED, London.
- Coyle W. [2007], “The Future of Biofuels. A Global Perspective”, *Amber Waves*, Vol. 5, Issue 5, pp. 24-29.
- Daly H. E. [1995], “On Nicholas Georgescu-Roegen's contributions to Economics: an obituary essay”, *Ecological Economics*, vol. 13, n. 3, pp. 149-154.
- Davidson A. [2007], “Participation, education, and pluralism: towards a new extension ethic”, *Development in Practice*, vol. 17, n. 1, pp. 39-50.
- De Filippis F. (a cura di) [2008], “Prezzi agricoli ed emergenza alimentare. Cause, effetti, implicazioni per le politiche”, Quaderni del Gruppo 2013, Edizioni Tellus, Roma.

- De Filippis F. [2009], “L’health check della PAC: uno sguardo d’insieme”, *QA-Rivista dell’Associazione Rossi-Doria*, n. 1/2009, pp. 143-165.
- De Graaf H.J. *et al.* [2009], “Roadmap for interactive exploration of sustainable development opportunities: The use of simple instruments in the complex setting of bottom-up processes in rural areas”, *Land Use Policy*, vol. 26, n. 2, pp. 295–307.
- de Laat P.B. [2005], “Copyright or copyleft? An analysis of property regimes for software development”, *Research Policy*, n. 34, pp. 1511–1532.
- De Vries B. J.M., Petersen A. C. [2009], “Conceptualizing sustainable development. An assessment methodology connecting values, knowledge, worldviews and scenarios”, *Ecological Economics*, vol. 68, n. 4, pp. 1006-1019.
- Di blasi *et al.* [1997], “A study on the production of agricultural residues in Italy”, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 12, n. 5, pp. 321-331.
- Di Iacovo F. [1997], “L’esperienza Leader in Toscana : la rivitalizzazione delle aree rurali per la crescita dell’economia regionale”, ARSIA - Regione Toscana, Firenze.
- Doornbosch R., Steenblik R. [2007], “Biofuels: is the cure worse than the disease?”, *Round Table on Sustainable Development*, OECD Publications, Paris.
- Dornburg V., Faaij A.P.C [2001], “Efficiency and economy of wood-fired biomass energy systems in relation to scale regarding heat and power generation using combustion and gasification technologies”, *Biomass and Bioenergy*, vol. 21, n. 2, pp. 91-108.
- Dosi G. *et al.* [1988], “Technical change and economic theory”, Pinter publishers, London, New York.
- Dosi G., *et al.* [2006], “The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called ‘European Paradox’”, *Research Policy*, n. 35, pp. 1450–1464.
- Dosi, G. [1982] “Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change”, *Research Policy*, n. 11, 147–162.
- EEA (European Environment Agency) [2007], “Estimating the environmentally compatible bioenergy potential from agriculture”, Technical report n. 12, Copenhagen.

- Elghali L. *et al.* [2007], "Developing a sustainability framework for the assessment of bioenergy systems", *Energy Policy*, vol. 35, n. 12, pp. 6075–6083.
- Esposti R, Sotte F. [2002], "Institutional structure, industrialization and rural development: an evolutionary interpretation of the Italian experience", *Growth and Change*, vol. 33, n. 1, pp. 3-41.
- Esposti R. [2008], "Food, feed & fuel: biocarburanti, mercati agricoli e politiche", Working paper n.10 del Gruppo 2013. (<http://www.gruppo2013.it/working-paper/Pagine/default.aspx>).
- Faaij A. P. C [2006a], "Bio-energy in Europe: changing technology choices", *Energy Policy*, n. 34, pp. 322–342.
- Faaij A.P.C *et al.* [1998], "Externalities of biomass based electricity production compared with power generation from coal in the Netherlands", *Biomass and Bioenergy*, vol. 14, n. 2, pp. 125-147.
- Faaij A.P.C., Lewandowski I. [2006], "Steps towards the development of a certification system for sustainable bio-energy trade", *Biomass and Bioenergy*, n. 30, pp. 83-104.
- Faber M. [2008], "How to be an ecological economist", *Ecological Economics*, vol. 66, n. 1, pp. 1-7.
- Fagerberg J. *et al.* (a cura di) [2005], "*The Oxford handbook of innovation*", Oxford University Press, New York.
- FAO (a cura di) [2009], "Small-Scale Bioenergy Initiatives: Brief description and preliminary lessons on livelihood impacts from case studies in Asia, Latin America and Africa", *FAO and PISCES (Policy Innovation Systems for Clean Energy Security)*, Roma.
- Feder G., Slade R. [1984], "The acquisition of information and the adoption of new technology", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 66, n. 3, pp. 312-320.
- Frame B., Brown J. [2008], "Developing post-normal technologies for sustainability", *Ecological Economics*, vol. 65, n. 2, pp. 225-241.
- Frascarelli A. [2006], "La (difficile) situazione attuale delle imprese agricole nei confronti del mercato e delle riforme della PAC". *Agriregionieuropa*. Anno 2. Numero 5.

- Freppaz D. *et al.* [2004], “Optimizing forest biomass exploitation for energy supply at a regional level”, *Biomass and Bioenergy*, n. 26, pp. 15–25.
- Garud R., Karnoe P. [2001], “Path creation as a process of mindful deviation”, in Garud R., Karnoe P. (Eds) “Path Dependence and Creation”, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah.
- Gaudioso D. [2007], “La sfida del clima e le ambizioni dell’Europa”, *QA-Rivista dell’Associazione Rossi-Doria*, n. 3/2007, pp. 157-170.
- Geels F. W., Raven R. P. J. M [2006], “Non-linearity and Expectations in Niche-Development Trajectories: Ups and Downs in Dutch Biogas Development (1973–2003)”, *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 18, N. 3/4, pp. 375–392.
- Geels F. W., Raven R. P. J. M. [2007], “Socio-cognitive evolution and co-evolution in competing technical trajectories: Biogas development in Denmark (1970–2002)”, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, n. 14, pp. 63–77.
- Geels F., Deuten J.[2006], “Local and global dynamics in technological development: a socio-cognitive perspective on knowledge flows and lessons from reinforced concrete”, *Science and Public Policy*, vol. 33, n. 4, pp. 265–275
- Geels F.W. [2002], “Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study”, *Research Policy*, n. 31, pp. 1257-1274.
- Geels F.W. [2004], “From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory”, *Research Policy*, n. 33, pp. 897–920.
- Geels F.W. [2005a], “Co-evolution of technology and society: The transition in water supply and personal hygiene in the Netherlands (1850–1930) — A case study in multi-level perspective” *Technology in Society*, n. 27 pp. 363–397.
- Geels F.W. [2005b], “Processes and patterns in transitions and system innovations: Refining the co-evolutionary multi-level perspective”, *Technological Forecasting & Social Change*, n. 72, pp. 681–696.

- Geels F.W. [2006], “Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: The transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930–1970)”, *Technovation*, n. 26, pp. 999–1016.
- Geels F.W. [2006b], “The hygienic transition from cesspools to sewer systems (1840–1930): The dynamics of regime transformation”, *Research Policy*, n. 35, pp. 1069–1082.
- Geels F.W. [2007], “Technological Transitions and System innovations - A Co-Evolutionary and Socio-technical Analysis”, Edward Elgar, Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA.
- Geels F.W. *et al.* [2004], “System innovation and the transition to sustainability”, Edward Elgar - Cheltenham, UK ; Northampton, MA, USA.
- Geels F.W., Schot J. [2007a], “Niches in evolutionary theories of technical change”, *Journal of Evolutionary Economics*, n. 17, pp. 605–622.
- Geels F.W., Schot J. [2007b], “Typology of sociotechnical transition pathways”, *Research Policy*, n. 36, pp. 399–417.
- Geels F.W., Kemp R. [2007], “Dynamics in socio-technical systems: Typology of change processes and contrasting case studies”, *Technology in Society*, n. 29 pp. 441–455.
- Gerbens-Leenes P.W. *et al* [2009], “The water footprint of energy from biomass: A quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply”, *Ecological Economics*, vol. 68, n. 4, pp. 1052–1060.
- Gilbertson T. *et al.* [2008], “Paving the way for agrofuels. EU policy, sustainability criteria and climate calculations”, Discussion Paper, TNI Publications, Amsterdam.
- Giuca S. [2007], “Le biomasse nella politica energetica comunitaria e nazionale”, *Agriregionieuropa*. Anno 3. Numero 9.
- Giuca S. [2008], “Il binomio energia-biomasse agroforestali nella politica comunitaria e nazionale”, *QA-Rivista dell'Associazione Rossi-Doria*, n. 2/2008, pp. 151–166.
- Goodman D. [2003], “The quality ‘turn’ and alternative food practices: reflections and agenda”. *Journal of Rural Studies*, vol. 19, n. 1, pp 1–7.
- Gray J. [2000], “The common agriculture policy and the Re-invention of rural in the European Community”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 40, n. 1, pp. 30–52..

- Hakkila P. [2006], “Factors driving the development of forest energy in Finland”, *Biomass and Bioenergy*, n. 30, pp. 281–288.
- Hamelinck C.N. *et al.* [2005], “International bioenergy transport costs and energy balance”, *Biomass and Bioenergy*, n. 29, pp. 114-134.
- Hanley N. *et al* [2009], “Do increases in energy efficiency improve environmental quality and sustainability?”, *Ecological Economics*, vol. 68, n.3, pp. 692-709.
- Hayami Y., Ruttan V. W. [1970], ”Factor Prices and Technical Change in Agricultural Development: The United States and Japan, 1880-1960”, *The Journal of Political Economy*, Vol. 78, n. 5, pp. 1115-1141
- Hayami Y., Ruttan V. W. [1971], “*Agricultural Development: An International Perspective*”, Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- Hazell P., Pachauri R. K. (a cura di) [2006] ”Bioenergy and agriculture: promises and challenges”, International Food Policy Research Institute-IFPRI.
- Hekkert M. P. *et al.* [2007], “Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change”, *Technological Forecasting & Social Change*, n. 74, pp. 413–432.
- High C., Nemes G. [2007], “Social Learning in LEADER: Exogenous, Endogenous and Hybrid Evaluation in Rural Development”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 47, n. 2, pp. 103-119.
- Hillring B. [2006], “World trade in forest products and wood fuel”, *Biomass and Bioenergy*, n. 30, pp. 815–825.
- Hird M.J. [2008], “Coevolution, Symbiosis and Sociology”, *Ecological Economics*, IN PRESS
- Hofman P. S. [2004], “Sociotechnical scenarios as a new policy tool to explore system innovations: Co-evolution of technology and society in The Netherland’s electricity domain”, *Innovation: management, policy & practice*, vol. 6, n. 2, pp. 340-360.
- Illge L., Schwarze R. [2009], “A matter of opinion—How ecological and neoclassical environmental economists and think about sustainability and economics?”, *Ecological Economics*, vol. 68, n. 3, pp. 594-604.
- INEA [2008], “*Bioenergia rurale. Analisi e valutazione delle biomasse a fini energetici nei territori rurali*” (Programma di iniziativa comunitaria Leader+) / ATI: INEA-Agriconsulting - LG. - Roma : 142 pp.

- International Energy Agency [2006], “World Energy Outlook”, OECD/IEA, Paris.
- Ivanic M., Martin W. [2008], “Implications of higher global food prices for poverty in low-income countries”, Policy Research Working Paper 4594, The World Bank Development Research Group.
- Joelsson A., Gustavsson L. [2009], “District heating and energy efficiency in detached houses of differing size and construction”, *Applied Energy*, n. 86, pp. 126-134.
- Jollands N. [2006], “Concepts of efficiency in ecological economics: Sisyphus and the decision maker”, *Ecological Economics*, vol. 56, n. 3, pp. 359-372.
- Junginger M. *et al.* [2001], “Fuel supply strategies for large-scale bio-energy projects in developing countries. Electricity generation from agricultural and forest residues in Northeastern Thailand”, *Biomass and Bioenergy*, n. 21, pp. 259-275.
- Junginger M. *et al.* [2005], “Technological learning and cost reductions in wood fuel supply chains in Sweden”, *Biomass and Bioenergy*, n. 29, pp. 399-418.
- Junginger M. *et al.* [2006], “Technological learning in bioenergy systems”, *Energy Policy*, vol. 34, n. 18, pp. 4024-4041
- Kemp R. *et al.* [2005], “Governance for sustainable development: moving from theory to practice”, *International Journal Sustainable Development*, Vol. 8, n. 1/2, pp. 12-30.
- Kováč I. [2000], “LEADER, a New Social Order, and the Central- and East-European Countries”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 40, n. 2, pp. 181-189.
- Krausmann F. *et al.* [2008], “Socio-ecological regime transitions in Austria and the United Kingdom”, *Ecological Economics*, vol. 65, n. 1, pp. 187-201.
- Lee J. *et al.* [2005], “Networking: Social capital and identities in European Rural development.” *Sociologia Ruralis*, Vol. 45, n. 4, pp. 269-283.
- Leeuwis *et al.* [2004], “*Communication for Rural Innovation: Rethinking Agricultural Extension (Third edition)*”, Blackwell, Londra.
- Lorenzoni A., Zingale L. [2004], “Le fonti rinnovabili di energia. Un’opportunità di politica industriale per l’Italia”, Franco Angeli, Milano.
- Madlener R. *et al.* [2007], “Economic and CO₂ mitigation impacts of promoting biomass heating systems: An input–output study for Vorarlberg, Austria”, *Energy Policy*, vol. 35, n. 12, pp. 6021-6035.

- Malerba F. *et al.* (a cura di) [2007], “*Innovazione. Imprese, industrie, economie*”, Carocci, Roma.
- Martensson K., Westerberg K. [2007], “How to transform local energy systems towards bioenergy? Three strategy models for transformation”, *Energy Policy*, vol. 35, n. 12, pp. 6095–6105.
- McMichael P. [2004], “Global development and the corporate food regime”, *XI World Congress of Rural Sociology*, Trondheim. July 2004. http://www.corporate-accountability.org/eng/documents/2004/corporate_food_regime.pdf.
- Meijer I. S. M. *et al* [2006], “Perceived uncertainties regarding socio-technological transformations: towards a framework”, *International Journal Foresight and Innovation Policy*, vol.2, n. 2, pp. 214-240.
- Mol A. P. J. [2007], “Boundless biofuels? Between environmental sustainability and vulnerability”, *Sociologia Ruralis*, Vol 47, n. 4, pp. 298-315.
- Negro O. S. *et al.* [2007], “Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion. A functional analysis”, *Energy Policy*, n. 35, pp. 925–938.
- Nelson, R.R., Winter, S.G. [1982], “An Evolutionary Theory of Economic Change”, Cambridge University Press, Cambridge.
- Neuwahl F. *et al* [2008], “Employment impacts of EU biofuels policy: Combining bottom-up technology information and sectoral market simulations in an input–output framework”, *Ecological Economics*, vol. 68, n. 2, pp. 447-460.
- Nilsson S. F. *et. al.* [2008], “Sparse district-heating in Sweden”, *Applied Energy*, n. 85, pp. 555–564.
- Nocentini G. [2007], “Le minireti di teleriscaldamento a cippato in Toscana. L’esperienza dei GAL toscani”, ARSIA – Regione Toscana, Firenze.
- Nyrud Q. A. *et al* [2008], “Residential bioenergy heating: A study of consumer perceptions of improved woodstoves”, *Energy Policy*, vol. 36, n. 8, pp. 3169-3176.
- OECD [2005], “Agricultural market impacts of future growth in the production of biofuels”, *Working Party on Agricultural Policies and Markets*, OECD Publications, Paris.
- OECD [2007], “A review of policy measures supporting production and use of bioenergy”, *Working Party on Agricultural Policies and Markets*, OECD Publications, Paris.

- OECD-FAO [2007], “Agricultural Outlook 2007-2016”, *OECD Publications*, Paris.
- OECD-FAO [2008], “Agricultural Outlook 2008-2017”, *OECD Publications*, Paris.
- Olmstead A.L., Rhode P. [1993], “Induced Innovation in American Agriculture: A Reconsideration”, *The Journal of Political Economy*, Vol. 101, n. 1, pp. 100-118.
- Osti G. [2000], “LEADER and Partnerships: The Case of Italy”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 40, n. 2, pp. 172-180.
- Pan H., Köhler J. [2007], “Technological change in energy systems: Learning curves, logistic curves and input–output coefficients”, *Ecological Economics*, vol. 63, n. 4, pp. 749-758.
- Pérez E. J. [2000], “The LEADER Programme and the Rise of Rural Development in Spain”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 40, n. 2, pp. 200-207.
- Petersen J.E. [2008], “Energy production with agricultural biomass: environmental implications and analytical challenges”, *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 35(3), pp. 385-408.
- Pettenella D. [2007], “Il ruolo del settore agricolo-forestale nei cambiamenti climatici: modelli e politiche”, *Agriregionieuropa*. Anno 3. Numero 9.
- Pettenella D. [2009], “Le nuove sfide per il settore forestale. Mercato energie, ambiente e politiche”, *Quaderni del Gruppo 2013*, Edizioni Tellus, Roma.
- Pimbert M. [2006], “Transforming knowledge and ways of knowing for food sovereignty”, International Institute for Environment and Development (IIED), London.
- Ploeg van der J.D., *et al* [2000], “Rural development: from practices and policies towards theory”, *Sociologia Ruralis*, vol. 40, n.4.
- Princen T. [1997], “The shading and distancing of commerce: When internalization is not enough”, *Ecological Economics*, vol. 20, n.3, pp. 235-253.
- Princen T. [1999], “Consumption and environment: some conceptual issues”, *Ecological Economics*, vol. 31, n.3, pp. 347-363.
- Princen T. [2003], “Principles for Sustainability: From Cooperation and Efficiency to Sufficiency”, *Global Environmental Politics*, Vol. 3, n. 1, pp. 33-50.
- Rajagopal D., Zilberman D. [2007], “Review of environmental, economic and policy aspects of biofuels”, Policy Research Working Paper 4341, The World Bank Development Research Group.

- Randazzo M., Sassi M. [2007], “Le biomasse: una prospettiva internazionale”, *Agriregionieuropa*. Anno 3. Numero 9.
- Raven R. [2004], “Implementation of manure digestion and co-combustion in the Dutch electricity regime: a multi-level analysis of market implementation in the Netherlands”, *Energy Policy*; n. 32, pp. 29–39.
- Raven R. [2006], “Towards alternative trajectories? Reconfigurations in the Dutch electricity regime”, *Research Policy*, n. 35, pp. 581–595.
- Raven R. [2007], “Niche accumulation and hybridisation strategies in transition processes towards a sustainable energy system: An assessment of differences and pitfalls”, *Energy Policy*; n. 35, pp. 2390–2400.
- Raven. R., Verbong G. [2004], “Dung, Sludge, and Landfill. Biogas Technology in the Netherlands, 1970–2000”, *Technology and culture*, Vol. 45, pp. 519-539.
- Ray C. [1999], “Towards a meta-framework of endogenous development: repertoires, paths, democracy and rights”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 39, n. 4, pp. 521-537.
- Ray C. [2000], “The EU LEADER Programme: Rural Development Laboratory”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 40, n. 2, pp. 163-171.
- Ray C. [2001], “Transnational cooperation between rural areas: elements of a political economy of EU rural development”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 41, n. 3, pp. 279-295.
- Righelato R., *et al.* [2007], “Mitigation by Biofuels or by Saving and Restoring Forests?” *Science*, vol. 317, pp. 902.
- Rip A., Kemp R. [1998], “Technological change”, in Rayner S., Malone E. L. (Eds) “Human choice and climate change”, Vol. 2, Batelle Press, Columbus, Ohio.
- Rivera W.M. and Zijp, W. [2002] “*Contracting for agricultural extension. International case studies and emerging practices*”, CABI Publishing, Washington D.C.
- Roep, D., Wiskerke, J. S. C. (Eds) [2006], “Nourishing Networks; Fourteen Lessons About Creating Sustainable Food Supply Chains”, Rural Sociology Group of Wageningen University and Reed Business Information, Doetinchem.
- Roep. D *et al.* [2003], “Managing technical-institutional design processes: Some strategic lessons from environmental cooperatives in the Netherlands”, *NJAS—Wageningen Journal of Life Sciences*, Vol. 51, n. 1/2, pp. 195–217.
- Rosa F. [2007a], “Sinergie e multifunzionalità delle produzioni agro-energetiche”, *Agriregionieuropa*, Anno 3, Numero 9.

- Rosa F. [2007b], “The cogeneration farm”, *HELIA*, Vol. 30, n. 46, pp. 85-102
- Ruttan V.W. [1997], “Induced Innovation, Evolutionary Theory and Path Dependence: Sources of Technical Change”, *The Economic Journal*, Vol. 107, n. 444, pp. 1520-1529.
- Saifi B., Drake L. [2008], “A coevolutionary model for promoting agricultural sustainability”, *Ecological Economics*, vol. 65, n.1, pp. 24-34.
- Samson R. A., Stamler s. B. [2009], “Going green for less: cost-effective alternative energy sources”, *C.D. Howe Institute Commentary*, n. 282
- Scharlemann J. P. W., Laurance W.F. [2008], “How Green Are Biofuels?” *Science*, vol. 318, pp. 43-44.
- Schirmer J. [2007], “Plantations and social conflict: exploring the differences between small-scale and large-scale plantation forestry”, *Small-scale Forestry*, n. 6, pp. 19–33.
- Schmidhuber J. [2008], “Domanda di bioenergia, mercati agricoli e sicurezza alimentare”, *QA-Rivista dell’Associazione Rossi-Doria*, n. 1/2008, pp. 33-38.
- Schmookler J. [1966], “Invention and economic growth”, Harvard University press, Cambridge.
- Schumpeter J. [1934], “The theory of economic development”vention and economic growth”, Harvard University press, Cambridge.
- Sheils D. [1972], “The importance of agriculture from the perspective of neoevolutionary theory”, *Rural Sociology*, Vol. 37, n. 2.
- Shortall S. [2004], “Social or economic goals, civic inclusion or exclusion? An analysis of rural development. Theory and practice ”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 44, n. 1, pp. 109-123.
- Shucksmith M. [2000], “Endogenous Development, Social Capital and Social Inclusion: Perspectives from LEADER in the UK”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 40, n. 2, pp. 208-218.
- Suurs R. A. A. *et al.* [2006], “Assessing transition trajectories towards a sustainable energy system: A case study on the Dutch transition to climate-neutral transport fuel chains.”, *Innovation: management, policy & practice*, vol. 6, n. 2, pp. 269–286.
- Tilman D., *et al.* [2006], “Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass”, *Science*, vol. 314, pp. 1598-1600.

- Trostle R. [2008], “Global agricultural supply and demand: factors contributing to the recent increase in food commodity prices”, Economic Research Service-USDA.
- Vaciago G. [2008], “Alimentari ed energia: ancora una bolla?”, Working paper n.7 del Gruppo 2013. (<http://www.gruppo2013.it/working-paper/Pagine/default.aspx>).
- Valentini E. [2007], “I mercati per l’ambiente in agricoltura”, *Agriregionieuropa*, Anno 3, numero 9.
- Van den Bergh J. C J. M., *et al.* [2006] ,“ Survival of the greenest: evolutionary economics and policies for energy innovation”, *Environmental Sciences*, vol. 3, n. 1, pp. 57 – 71.
- Van der Laak W.W.M, *et al.* [2007],” Strategic niche management for biofuels: Analysing past experiments for developing new biofuel policies”, *Energy policy*, n. 35, pp. 3213–3225.
- Van der Ploeg J. D. *et al* [2000a], “Rural development: from practices and policies towards theory”, *Sociologia Ruralis*, Vol. 40, n. 4, pp. 391-408.
- Van der Ploeg J. D., Renting H. [2000b], ”Impact an potential: a comparative review of European rural development practices”, *Sociologia Ruralis* , Vol. 40, n. 4, pp. 529-543.
- Van Huylenbroeck G., Durand G. (Eds) [2003], “Multifunctional Agriculture. A new paradigm for European agriculture and rural development”, Ashgate Publishing Limited, Aldershot.
- Vanni F. [2008],”L’abolizione del set aside obbligatorio: una nuova sfida ambientale per la PAC”, *Agriregionieuropa*, Anno 4, Numero 15.
- Veneto Agricoltura (*a cura di*) [2008], “Rapporto sulle bioenergie in Veneto 2008”, Veneto Agricoltura, Legnaro (Pd)
- Venkataraman C. *et al.* [2005], ”Residential Biofuels in South Asia: Carbonaceous Aerosol Emissions and Climate Impacts”, *Science*, vol. 307, pp. 1454-1456.
- von Braun J., Pachauri R. K. [2006] “The promises and challenges of biofuels for the poor in developing countries”, International Food Policy Research Institute-IFPRI.
- Waring T.M. [2008], “New evolutionary foundations: Theoretical requirements for a science of sustainability”, *Ecological Economics*, IN PRESS
- Wihersaari M. [2005], “Evaluation of greenhouse gas emission risks from storage of wood residue”, *Biomass and Bioenergy*, n. 28, pp. 444–453.

- Wilson G., Rigg J. [2003], “‘Post-productivist’ agricultural regimes and the South: discordant concepts?”, *Progress in Human Geography*, Vol. 27, No 6, December 2003, pp 681-707.
- Wilson G.A. [2008], “From ‘weak’ to ‘strong’ multifunctionality: conceptualising farm-level multifunctional transitional pathways”, *Journal of Rural Studies*, n. 24, pp. 367–383.
- Wiskerke J. S. C. [2003], “On promising niches and constraining regimes: The case of Dutch wheat and bread”, *Environment & Planning A*, Vol. 35, pp. 429–448.
- Wiskerke J. S. C., Roep D. [2007], ” Constructing a Sustainable Pork Supply Chain: A Case of Techno-institutional Innovation”, *Journal of Environmental Policy & Planning*, Vol. 9, No. 1, pp. 53–74.
- Wiskerke J. S. C., van der Ploeg J. D. [2004], “Seeds of Transition: Essays on Novelty Production, Niches and Regimes in Agriculture”, Royal Van Gorcum, Assen.
- World Bank [2007], “World Development Report 2008: Agriculture for development”, World Bank publications, Washington DC.
- Zeza A. (a cura di) [2008], “Bioenergie: quali opportunità per l’agricoltura italiana”, INEA Studi & Ricerche, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.
- Zeza A. [2007], “I biocarburanti: siamo di fronte a un’alternativa energetica sostenibile?”, *Agriregionieuropa*, Anno 3, Numero 9.
- Zeza A. [2007], “Sostenibilità economica e ambientale della produzione dei biocarburanti”, *QA-Rivista dell’Associazione Rossi-Doria*, n. 4/2007, pp. 49-70.