



Regione Puglia

• a • r • t • i •

Agenzia regionale
per la tecnologia
e l'innovazione



Osservatorio
permanente
dell'innovazione

ARTI

ENERGIE RINNOVABILI ED EFFICIENZA ENERGETICA: UN QUADRO D'INSIEME

Attività cofinanziata dall'Unione Europea attraverso il POR Puglia 2000-2006, Misura 3.13 "Ricerca e sviluppo tecnologico", Azione E "Costituzione dell'Osservatorio Permanente dell'Innovazione"

INDICE

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1 - LE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA

- 1.1 La fonte solare
- 1.2 La fonte eolica
- 1.3 La fonte biomasse
- 1.4 La fonte idroelettrica
- 1.5 La fonte geotermica

CAPITOLO 2 – LE FILIERE PRODUTTIVE DELLE APPARECCHIATURE PER LE RINNOVABILI

- 2.1 La filiera del solare
 - 2.1.1 La produzione delle materie prime
 - 2.2.2 La produzione di impianti solari
 - 2.2.2 La produzione di energia solare
- 2.2 La filiera dell'eolico
 - 2.2.1 Lo sviluppo e la selezione dei siti
 - 2.2.2 La produzione di aerogeneratori
 - 2.2.2 La produzione di energia eolica
- 2.3 La filiera delle biomasse
 - 2.3.1 L'approvvigionamento delle biomasse
 - 2.3.2 La realizzazione di impianti per la conversione energetica delle biomasse
 - 2.3.3 La produzione energetica da biomasse

CAPITOLO 3 - RINNOVABILI ED EFFICIENZA ENERGETICA: IL CONTESTO NAZIONALE

- 3.1 La produzione di energia rinnovabile
 - 3.1.1 Il quadro nazionale della produzione di energia rinnovabile
 - 3.1.2 Le imprese produttrici di energia elettrica rinnovabile
- 3.2 L'efficienza energetica
 - 3.2.1 Il quadro nazionale dell'efficienza energetica
 - 3.2.2 L'industria collegata all'efficienza energetica
- 3.3 La ricerca sull'efficienza energetica e le rinnovabili
 - 3.3.1 La ricerca pubblica
 - 3.3.2 La ricerca privata

BIBLIOGRAFIA

INTRODUZIONE

Il sostegno alle energie rinnovabili e all'efficienza energetica è divenuto un tema prioritario per tutti i governi per numerose ragioni.

Innanzitutto, l'incremento dell'uso delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica rappresenta uno degli strumenti principali per l'abbattimento dei gas serra. In Italia, l'industria energetica contribuisce per circa il 40% alle emissioni di CO₂¹ nazionali (APAT 2006). In seguito al Protocollo di Kyoto la riduzione delle emissioni dei gas serra è divenuta una priorità per i paesi che lo hanno sottoscritto, fra cui l'Italia, anche in considerazione del fatto che la mancata ottemperanza degli obiettivi potrà determinare oneri economici e di immagine per i singoli Stati. L'incremento dell'uso delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica contribuisce anche alla riduzione dell'inquinamento atmosferico (ossidi di azoto, anidride solforosa, particolato, etc.) generato dai sistemi di riscaldamento e dagli impianti termoelettrici alimentati da fonti fossili.

In secondo luogo, la diversificazione delle fonti, unita al risparmio derivante da una maggiore efficienza, concorre ad aumentare la sicurezza nazionale in tema di approvvigionamenti energetici. Il blocco delle importazioni di gas russo degli inverni 2005 e 2006 ha evidenziato la fragilità e l'eccessiva dipendenza dall'estero del sistema energetico europeo ed italiano. La riduzione delle importazioni di combustibili e di elettricità, inoltre, è particolarmente importante per l'Italia, secondo paese importatore di elettricità al mondo e quarto di gas naturale (Agenzia Internazionale dell'Energia 2007)².

Infine, le energie rinnovabili e l'efficienza energetica rappresentano un'occasione di sviluppo economico e occupazionale importante per tutte quelle aree geografiche e quelle imprese che sapranno cogliere le sfide tecnologiche e di mercato ad esse associate. I tassi di crescita di questi mercati sono, infatti, assai rilevanti: la sola capacità fotovoltaica installata nell'Unione Europea ha registrato, nell'ultimo quinquennio, un tasso medio di crescita annuale pari al 70% (Commissione Europea 2007).

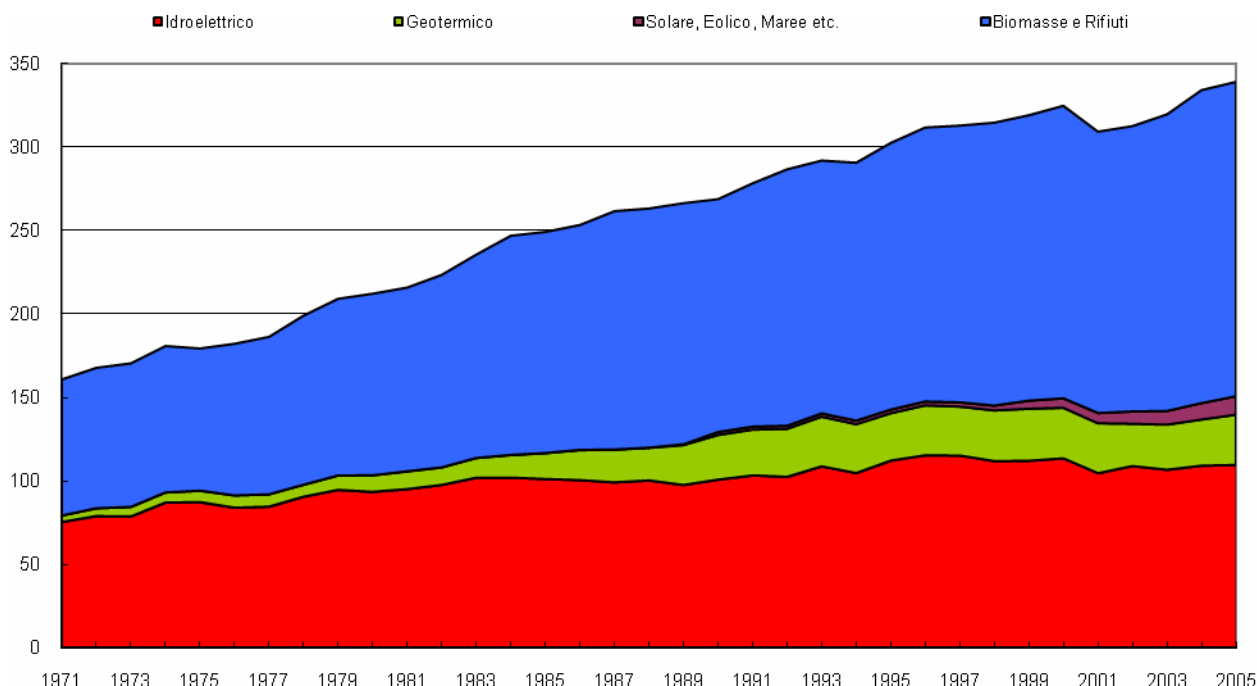
A conferma di quanto detto, vi è stata, negli ultimi anni, una diffusa convergenza delle istituzioni e dell'opinione pubblica per un maggior impegno su questo tema rispetto al passato. Tra il 1973, anno della prima crisi petrolifera, ed il 2005, l'offerta di energia primaria³ da fonti rinnovabili nei paesi OCSE è raddoppiata, passando da circa 170 a 340 milioni di tonnellate di petrolio equivalente (Mtoe). L'incremento delle energie rinnovabili è stato imputabile in larga parte al contributo delle biomasse e dei rifiuti (+102 Mtoe). In termini relativi, però, i progressi più importanti si sono avuti nel solare, eolico e geotermico, negli anni '70 praticamente inesistenti ma che oggi costituiscono circa il 12% dell'energia primaria prodotta dalle rinnovabili (OCSE 2007).

1 L'anidride carbonica (CO₂) carbonica è un gas che si forma in tutti i processi di combustione, respirazione, decomposizione di materiale organico. La CO₂ assorbe le radiazioni infrarosse emesse dalla superficie terrestre, determinando il cosiddetto effetto serra. Le emissioni di CO₂ coprono oltre l'80% di tutte le emissioni di gas serra nell'Ue a 15 e per questo, in molti, casi si tende a usare indifferentemente i termini emissioni di gas serra e emissioni di CO₂.

2 Nel caso specifico dell'Italia, la riduzione delle importazioni di gas, petrolio ed elettricità è anche importante per migliorare il saldo della bilancia commerciale, gravemente penalizzato dall'aumento dei prezzi internazionali del barile. Tra gennaio e settembre 2007, il saldo della bilancia commerciale italiana è stato negativo per 13,2 miliardi di euro. Su tale dato hanno pesato in misura considerevole sia la voce "energia elettrica, gas e acqua" (con un saldo negativo di 1 miliardo di euro) che, soprattutto, la voce "minerali energetici" (con un saldo negativo di 35 miliardi), prevalentemente costituita da petrolio greggio e gas naturale (Istat 2007).

3 Fonti energetiche che non derivano dalla trasformazione di nessuna altra forma di energia.

Figura 1 - Offerta di energia primaria da fonti rinnovabili nei paesi OCSE (Mtep)



Fonte: OCSE (2007)

La decisione del Consiglio Europeo della primavera del 2007 fissa nuovi e ambiziosi obiettivi per il 2020, tra i quali: 1) una penetrazione del 20% delle fonti rinnovabili sul consumo di energia primaria (incluso un 10% di biocarburanti); 2) una riduzione del 20% del consumo di energia primaria rispetto al trend attuale; 3) una riduzione del 20% delle emissioni di gas serra rispetto al 1990 (Consiglio Europeo 2007).

Per l'Italia ciò vorrà dire raddoppiare la sua quota di produzione elettrica da fonti rinnovabili. Gli strumenti regolatori e normativi non mancano, e comprendono sia meccanismi di commercializzazione dei titoli di produzione di energia da fonti rinnovabili ("Certificati Verdi"⁴) e di risparmio energetico ("Certificati Bianchi"⁵), che incentivi fiscali e in conto capitale ("Conto Energia"⁶).

Un ruolo decisivo per consentire il raggiungimento degli obiettivi nazionali in ambito di rinnovabili ed efficienza energetica sarà svolto dalle Regioni in virtù del crescente ruolo che queste hanno assunto in tema di energia in seguito alla riforma del titolo V della Costituzione.

4 Il meccanismo dei Certificati Verdi è disciplinato dal Decreto Bersani del 1999, con cui si è imposto ai produttori e agli importatori di energia elettrica di soddisfare una quota d'obbligo di energia rinnovabile, fissata inizialmente al 2% della propria produzione e importazione elettrica. I Certificati Verdi, che possono essere liberamente acquistati sul mercato o tramite contratti bilaterali, hanno appunto la funzione di provare il soddisfacimento della quota di produzione rinnovabili.

5 Nel luglio 2004, il Ministero dello sviluppo economico ha emanato due Decreti che definiscono gli obiettivi di risparmio energetico per il quinquennio 2005-2009. Il meccanismo impone ai distributori di energia elettrica e di gas naturale di conseguire un determinato target di risparmio ogni anno attraverso la realizzazione di interventi presso i consumatori finali. I risparmi vengono attestati tramite i Certificati Bianchi, che possono essere anche acquistati sul mercato dai distributori che non effettuano direttamente gli interventi per il risparmio. Maggiori informazioni su questo sistema sono nel paragrafo 3.2.2.

6 Il Decreto del 28/07/2005 ha introdotto in Italia gli incentivi in "Conto Energia". La principale peculiarità del Conto Energia è che valorizza direttamente la produzione da impianti fotovoltaici e garantisce un rientro dell'investimento in tempi certi.

CAPITOLO 1 - LE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA

“Si definiscono energie rinnovabili le fonti di energia derivate da processi naturali che si rigenerano costantemente” (Agenzia Internazionale dell’Energia 2006).

Le energie rinnovabili possono essere suddivise in due macrocategorie:

1. energie rinnovabili tradizionali, costituite dai grandi impianti idroelettrici;
2. nuove energie rinnovabili, di cui fanno parte l’energia solare, geotermica, eolica, delle biomasse, delle maree e dei mini-impianti idroelettrici.

Il grande idroelettrico si distingue dalle altre fonti rinnovabili innanzitutto perché presenta costi di produzione paragonabili agli impianti termoelettrici tradizionali, e quindi inferiori alle altre fonti rinnovabili. Per questo motivo, il grande idroelettrico è stato già ampiamente sviluppato nei paesi industrializzati ed è oggi espandibile in maniera rilevante solo nei paesi in via di sviluppo⁷.

1.1 La fonte solare

L’energia solare sfrutta l’energia irradiata dal Sole verso la Terra. Gli impianti solari sono di due tipi: fotovoltaici e termici.

Il funzionamento degli impianti solari fotovoltaici si fonda sulla capacità di alcuni materiali semiconduttori di convertire l’energia della radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. Gli impianti fotovoltaici sono composti da un generatore fotovoltaico e da dispositivi, chiamati BOS (*Balance of System*), che connettono l’impianto alla rete elettrica. Componente base del generatore fotovoltaico è la cella fotovoltaica. Le celle sono costruite essenzialmente da pannelli di silicio, mono o policristallino, ridotto in strati sottilissimi⁸. Più celle assemblate e collegate tra di loro in un’unica struttura formano il modulo fotovoltaico. Elemento di base del BOS è invece l’inverter, che converte la tensione elettrica da continua in alternata.

La tecnologia del solare termico consente, invece, di trasformare l’energia associata alla radiazione solare in energia termica. In base alla temperatura di esercizio del fluido termovettore, gli impianti sono differenti e si classificano nel seguente modo:

- solare termico ad alta temperatura o solare termodinamico, utilizzato per la produzione di elettricità. I collettori, di vari materiali (quali vetro e metallo), ridirigono la radiazione solare su un opportuno ricevitore a forma di tubo. Nei ricevitori si trovano dei fluidi che, riscaldandosi, producono vapore che, inviato ad apposite turbine, è utilizzato per la produzione di elettricità.
- Solare termico a media temperatura, la cui più comune applicazione è rappresentata dai forni solari. Installazioni di questo tipo possono essere legate al calore di processo industriale, ma non sono molto diffuse.
- Solare termico a bassa temperatura, che è la soluzione impiantistica largamente più diffusa. Il solare termico a bassa temperatura consta di tre tecnologie base: pannelli in materiale plastico, collettori piani vetrati, collettori sottovuoto. Le applicazioni più comuni sono

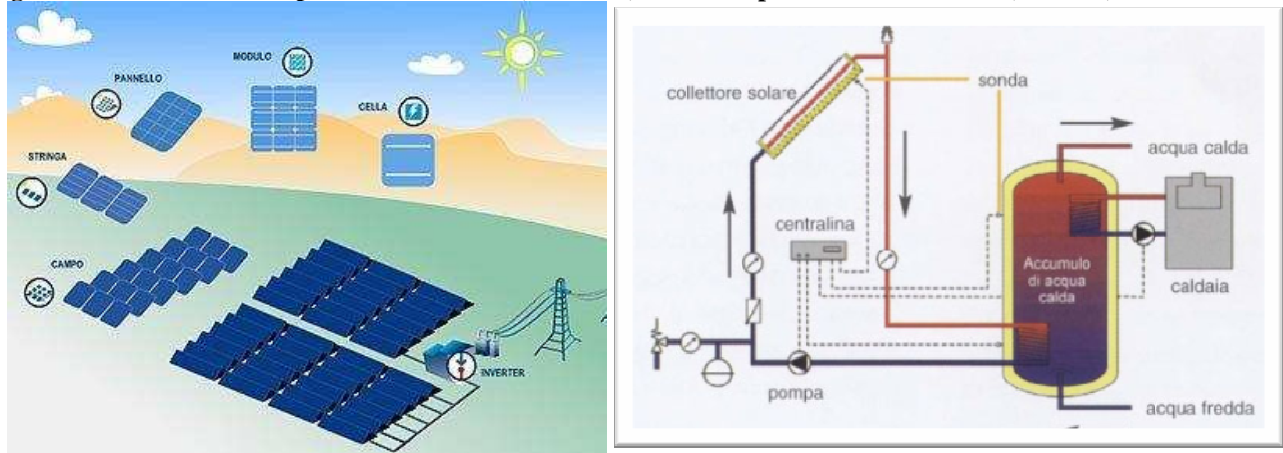
⁷ D’altro canto, com’è evidenziato nel paragrafo 1.4, i grandi impianti idroelettrici possono avere un impatto ambientale negativo sull’ecosistema locale e, in molti casi, sono stati avversati dalla popolazione locale e dai movimenti ambientalisti.

⁸ Il monocristallino ha rendimenti di conversione pari al 15-17%, mentre il policristallino, caratterizzato da un minore costo di produzione, presenta rendimenti del 12-14%, più bassi per la presenza di un maggior grado di impurità. Il silicio amorfo, utilizzato nella tecnologia a film sottile, viene invece vaporizzato su una superficie di supporto. Tale tecnologia utilizza una quantità minima di materiale e possiede un’ampia versatilità di impiego; tuttavia, non è utilizzato su larga scala per la sua bassissima efficienza (Trezza 2007).

relative al riscaldamento degli ambienti e delle piscine e all'acqua calda sanitaria; sono in aumento casi di utilizzo nell'industria e nell'agricoltura. È prossima la produzione su scala industriale di pannelli destinati alla climatizzazione degli ambienti grazie all'impiego di acqua come fluido refrigerante (*solar cooling* o raffreddamento solare).

Allo stato attuale della tecnologia, sia nel caso del solare termico ma soprattutto in quello del solare fotovoltaico, i costi per la conversione energetica rimangono elevati rispetto alle altre fonti rinnovabili.

Figura 2 - Schema di un impianto fotovoltaico (a sinistra) e di un impianto solare termico (a destra)



Fonte: ENEL, Fenix (2007)

1.2 La fonte eolica

L'energia eolica sfrutta l'energia del vento e rappresenta una soluzione tecnologica in forte crescita, per l'impatto ambientale relativamente modesto e per il costo di installazione generalmente inferiore rispetto alle altre nuove energie rinnovabili.

Le macchine in grado di trasformare l'energia eolica in energia meccanica sono chiamate aerogeneratori. Le principali componenti di un aerogeneratore tradizionale sono il rotore, le pale, il controllo di potenza automatico, il moltiplicatore di giri, il sistema di orientamento automatico e la torre tubolare. Dal rotore, l'energia cinetica del vento viene trasmessa ad un generatore di corrente collegato ai sistemi di controllo che regolano la produzione di elettricità e l'eventuale allacciamento alla rete. Più aerogeneratori collegati insieme formano le cosiddette fattorie del vento (*wind-farm*).

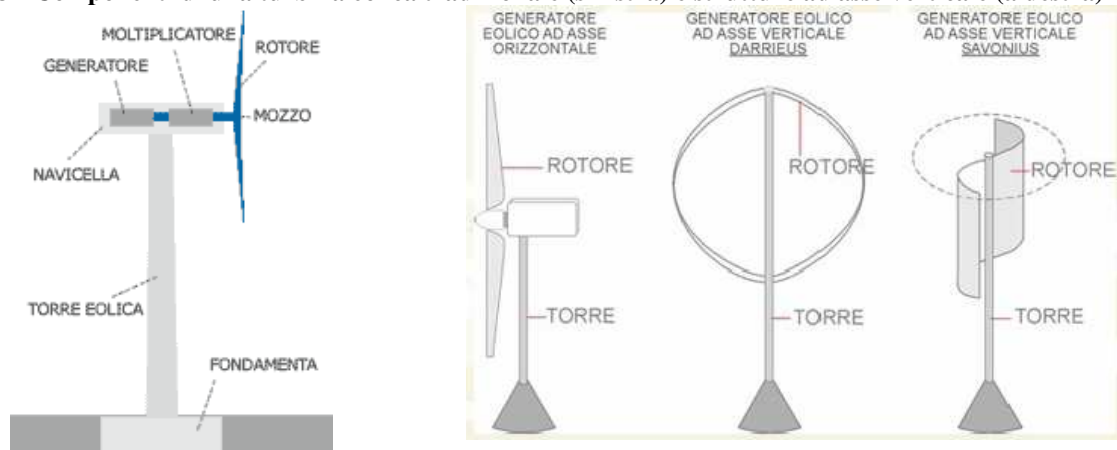
I generatori eolici vanno da potenze di 5 mila watt (kW) e rotore dal diametro di 3 metri, a potenze sino a 5 milioni di watt (MW) e rotore dal diametro di 124 metri. Sono da considerarsi aerogeneratori microeolici le macchine che generano potenze fino a 20 kW⁹, destinate prevalentemente all'autoconsumo. Tali macchine possono essere allacciate alla rete elettrica o meno. Nel secondo caso, l'energia non consumata viene accumulata in specifiche batterie. Il costo medio di un impianto microeolico è generalmente più elevato rispetto agli impianti di taglia maggiore, anche perché il mercato non è ancora molto sviluppato.

⁹ O, se destinate ad usi industriali, dotate di una potenza fino a 100 kW.

Gli impianti eolici possono essere ad asse orizzontale o verticale (figura 3). La minore efficienza degli impianti ad asse verticale ne ha limitato finora l'impiego su larga scala; sono tuttavia in fase di sviluppo nuovi modelli dai rendimenti maggiori¹⁰.

Gli impianti eolici possono essere collocati anche in mare; in questo caso si parla di eolico *off-shore*. Gli impianti *off-shore* sono più costosi di quelli tradizionali, anche se il posizionamento in mare riduce l'impatto paesaggistico e acustico e consente lo sfruttamento di venti di più forte intensità e costanza. Si tratta tuttavia di una soluzione ancora di nicchia: vi sono alcune esperienze in Danimarca, Irlanda, Gran Bretagna, Svezia e Germania, per un totale installato di circa 700 MW (Regione Puglia 2007).

Figura 3 - Componenti di una turbina eolica tradizionale (sinistra) e strutture ad asse verticale (a destra)



Fonte: Sorgenia, Legambiente (2005)

1.3 La fonte biomasse

La filiera delle biomasse è più complessa e articolata rispetto alle altre rinnovabili. Tale maggiore complessità dipende innanzitutto dal fatto che la definizione di biomasse non è univoca e varia in funzione della destinazione finale e del contesto¹¹. In questo documento si adotta una delle definizioni più utilizzate, quella del Decreto legislativo 387 del 29 dicembre 2003, secondo cui per biomasse si intende “la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall’agricoltura e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani”. Le biomasse possono quindi essere residui organici o provenire da apposite colture energetiche (come il girasole, la colza, il sorgo da fibra, il kenaf, la canna comune ed il miscanto).

¹⁰ Alcuni esempi di impianti eolici ad asse verticale innovativi sono indicati nel secondo capitolo.

¹¹ Secondo una definizione estensiva, le fonti da biomasse ricomprendono tutti i materiali aventi origine, in modo diretto od indiretto, da reazioni fotosintetiche, come materiali vegetali e derivati, ma anche residui agricoli, agroindustriali, residui animali e rifiuti urbani. In altri contesti, invece, nelle biomasse non sono compresi nessun tipo di rifiuti urbani e industriali.

A differenza delle altre rinnovabili, poi, nel campo energetico le biomasse hanno due diverse applicazioni: la produzione di energia elettrica e termica (*biopower*) e la produzione di combustibili (biocarburanti)¹². In particolare:

- le tecnologie del *biopower* convertono le biomasse in calore e/o elettricità. I processi industriali di *biopower* si suddividono in processi biologici e termochimici. I primi permettono di ricavare energia dalla fermentazione (anaerobica) di reflui zootecnici, civili o agroindustriali, tramite il cosiddetto biogas. I processi termochimici sono invece basati sull'azione del calore, e sono utilizzati per i prodotti e residui cellulosici e legnosi il cui contenuto di umidità non superi il 30%.
- I biocarburanti sono combustibili liquidi impiegati nei mezzi di trasporto. Secondo la Direttiva Comunitaria 2003/30 (recepita in Italia col Decreto legislativo 128/2005), i prodotti potenzialmente utilizzabili come biocarburanti sono: il bioetanolo, il biodiesel, il biogas, il biodimetiltere, il Bio-ETBE, i biocombustibili di sintesi, il bioidrogeno e gli oli vegetali puri. I principali biocombustibili sono il biodiesel, che deriva dai semi oleosi (colza e girasole per quanto riguarda l'Unione Europea e soia negli Stati Uniti), e il bioetanolo, che deriva da cereali, canna da zucchero e barbabietola.

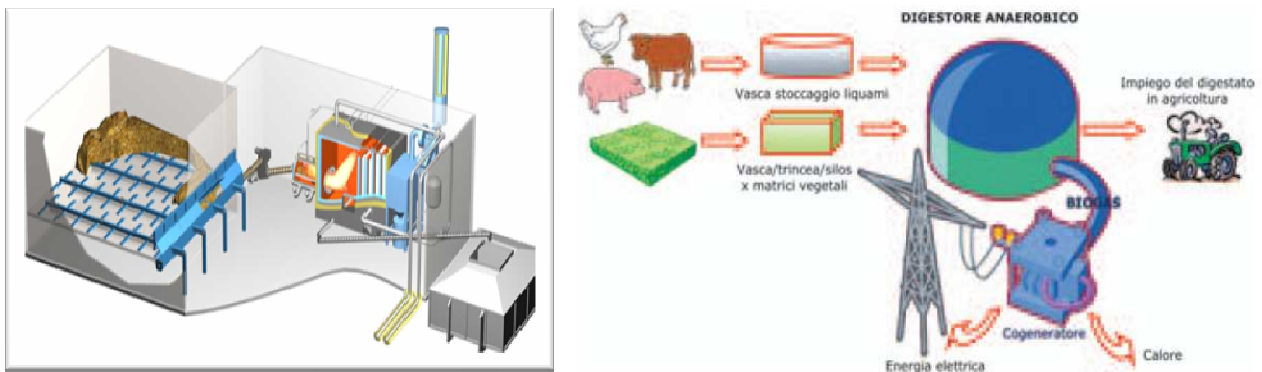
La parte principale degli impianti per la produzione termochimica da biomasse è la caldaia. Le caldaie sono di diverso tipo, in relazione al tipo combustibile utilizzato ed al suo livello di umidità; la tecnologia più diffusa è basata su ciclo a vapore con combustore a griglia oppure, per materiali di piccola taglia, con caldaia a letto fluido. Oltre alla caldaia, altri componenti importanti sono gli impianti di stoccaggio e movimentazione della biomassa, i sistemi di trattamento e monitoraggio dei fumi e i gruppi elettrogeni.

L'impianto di valorizzazione energetica del biogas utilizza soluzioni impiantistiche diverse: una tecnologia standard prevede l'estrazione di biogas dai rifiuti organici o dai liquami tramite l'utilizzo di batteri posti in appositi fermentatori. Il gas prodotto in questo processo viene quindi utilizzato per la combustione in caldaie da riscaldamento o in motori a scoppio, producendo calore, elettricità o carburante. Le parti principali di un impianto a biogas da discarica sono: la sezione di estrazione, la sezione di aspirazione e la sezione di produzione di energia, costituita dai gruppi elettrogeni e dall'impianto elettrico di trasformazione della tensione e di interfaccia con la rete.

La competitività di tali impianti rispetto alle altre fonti rinnovabili dipende dal tipo di biomassa utilizzata e dalla sua disponibilità in loco, in quanto il costo di approvvigionamento del combustibile incide fino al 45% sul costo totale della produzione di energia.

¹² Tutte le fonti energetiche possono essere utilizzate, potenzialmente, per la produzione di idrogeno che, com'è noto, è un vettore energetico finale (come la benzina e l'elettricità) e non una fonte primaria (come il gas o il petrolio).

Figura 4 - Schema di un impianto biomasse termochimico (a sinistra) e a biogas (a destra)



Fonte: Mepe (2007)

1.4 La fonte idroelettrica

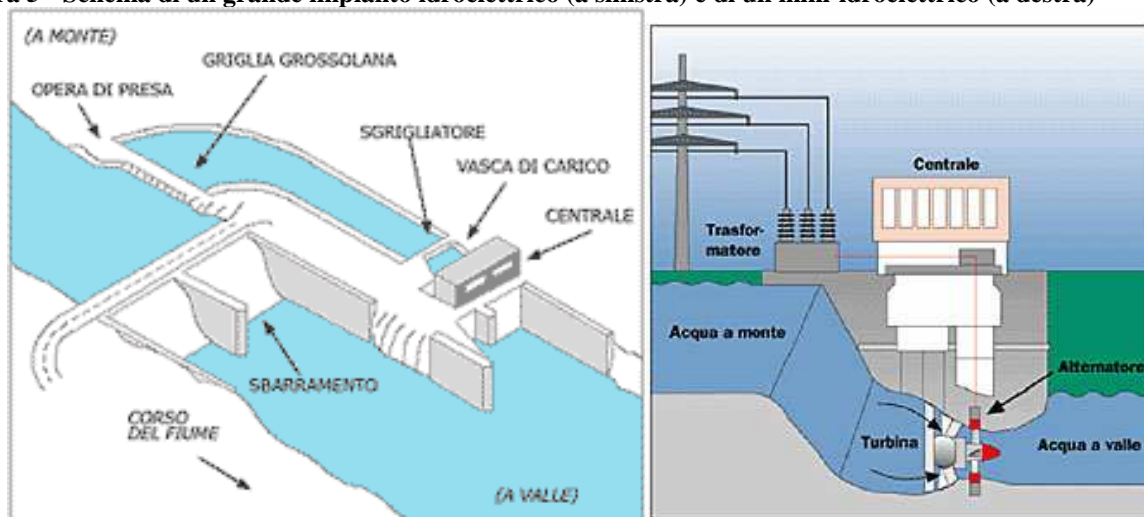
L'energia idroelettrica sfrutta l'energia potenziale gravitazionale, posseduta da una portata di acqua che si trova ad una quota maggiore rispetto al livello cui sono posizionate le turbine. L'energia idroelettrica è una tecnologia matura e ampiamente utilizzata: in Europa, ad esempio, il 70% circa della produzione elettrica rinnovabile è di fonte idroelettrica (GSE 2006).

L'energia dell'acqua viene convertita in energia elettrica mediante un generatore collegato ad una turbina, per induzione elettromagnetica. La potenza di un impianto dipende da due elementi: (i) il salto, ovvero il dislivello esistente fra la quota a cui è disponibile la risorsa idrica e il livello a cui la stessa viene restituita dopo il passaggio attraverso la turbina; (ii) la portata, ovvero la quantità d'acqua che fluisce attraverso la macchina per unità di tempo.

Le possibilità di ulteriore sfruttamento di tale risorsa nei paesi industrializzati sono legate allo sviluppo di impianti mini idroelettrici, ovvero quelli con potenza inferiore a 10 MW¹³. I mini impianti idroelettrici sono caratterizzati da un costo di generazione superiore a quello dei grandi impianti, tuttavia presentano maggiori benefici ambientali. Infatti, sebbene la produzione di energia dei grandi impianti idroelettrici non provochi emissioni inquinanti, tali impianti possono determinare serie problematiche all'ecosistema locale a causa della deviazione dei corsi d'acqua, la sommersione di estese superfici ed il notevole impatto paesaggistico. Gli impianti idroelettrici di piccola taglia, che generalmente sfruttano la corrente dei fiumi, sono, invece, caratterizzati da modalità costruttive di scarso impatto sul territorio e possono essere gestiti, almeno per l'ordinario funzionamento, anche da piccole comunità.

13 In relazione al paese e al contesto di riferimento, tale valore potrebbe essere inferiore; in Italia si parla spesso di mini idroelettrico fino al limite di 3 MW.

Figura 5 - Schema di un grande impianto idroelettrico (a sinistra) e di un mini-idroelettrico (a destra)



Fonte: Sorgenia, GreenCross (2007)

Box: L'energia mareomotrice e mareotermica

L'energia mareomotrice è ricavata dagli spostamenti d'acqua causati dalle maree. Le maree sono più rilevanti in alcune aree, come sulle coste atlantiche della Francia o nel Mare del Nord, dove possono raggiungere anche i 20 metri di ampiezza verticale, mentre sono minime nel bacino del Mediterraneo. Esistono diversi progetti di sfruttamento delle maree, che comportano metodi diversi di sfruttamento dell'energia: (i) sollevamento di un peso in contrapposizione alla forza di gravità; (ii) compressione dell'aria in opportuni cassoni e movimentazione di turbine in seguito alla sua espansione; (iii) movimento di ruote a pale; (iv) riempimento di bacini e successivo svuotamento con passaggio in turbine. Quest'ultimo sistema, il cui principio di funzionamento è simile a quello delle centrali idroelettriche, è oggi il più promettente (in Francia è stato realizzato un grande impianto di questo tipo). In generale, però, le tecnologie per lo sfruttamento delle maree sono ancora scarsamente applicate e in fase sperimentale, e in Italia non sono operativi impianti di questo tipo.

L'energia mareotermica (o talassotermica) sfrutta invece le differenze di temperatura tra la superficie marina e le profondità oceaniche. Non è un tipo di tecnologia adatta ad un paese come l'Italia; le condizioni ottimali per lo sfruttamento di tale energia si trovano infatti in mari molto profondi e caldi. Impianti sperimentali per la produzione di energia mareotermica si trovano nelle Hawaii, a Tahiti e a Bali.

1.5 La fonte geotermica

L'energia geotermica deriva dal calore presente negli strati più profondi della crosta terrestre, reso disponibile tramite acqua o vapore, che fluiscono dal serbatoio geotermico alla superficie spontaneamente (tramite geysers, soffioni o sorgenti termali) o artificialmente (tramite perforazione meccanica). Il geotermico è una tecnologia competitiva e matura e l'Italia è uno dei principali produttori mondiali da tale fonte, grazie alle risorse naturali della Toscana. Negli ultimi anni, tuttavia, il settore non ha conosciuto una forte crescita, essendosi esauriti nel paese i siti più facilmente sfruttabili. In virtù dell'evoluzione delle tecnologie e delle tecniche di prospezione,

alcuni osservatori ritengono però che nel medio termine ci siano ampi margini di crescita (aumento del 30-40% al 2020), anche grazie al geotermico a bassa entalpia¹⁴ (Governo Italiano 2007).

Figura 6 - Schema di un impianto geotermoelettrico (a sinistra) e geotermico a bassa entalpia (a destra)



Fonte: geotermia.org, ZWS (2007)

¹⁴ Si parla di bassa entalpia se il fluido del sottosuolo non raggiunge una temperatura sufficientemente elevata per produrre energia elettrica. L'acqua calda può essere tuttavia utilizzata per la produzione di calore, sfruttabile sia per usi residenziali, che per attività agricole, artigianali ed industriali che utilizzano energia termica nel processo produttivo.

CAPITOLO 2 – LE FILIERE PRODUTTIVE DELLE APPARECCHIATURE PER LE RINNOVABILI

Nel presente capitolo si descrivono le filiere produttive di solare, eolico e biomasse¹⁵. Si analizzano, in particolare, i profili e il ruolo delle principali imprese nazionali ed internazionali nelle diverse fasi della filiera. L'obiettivo è comprendere da chi e dove sono realizzati i principali impianti alimentati a fonti rinnovabili.

2.1 La filiera del solare

Come evidenziato nel primo capitolo, gli impianti solari sono distinti in due categorie: fotovoltaici e termici.

Il mercato mondiale della produzione di apparecchiature per il solare fotovoltaico (moduli, componentistica e installazione) ha raggiunto, nel 2006, un fatturato di circa 15,6 miliardi di dollari e circa 73.000 occupati. Il settore presenta elevate prospettive di crescita e si stima che esso possa raggiungere un valore di 69,3 miliardi di dollari nel 2016 (Clean Edge 2007). Il giro d'affari del mercato fotovoltaico europeo viene stimato, nel 2006, pari a 5,1 miliardi di euro (EPIA 2007). Si tratta di un settore molto concentrato territorialmente, che vede largamente prevalere la Germania e la Spagna: nel 2005 il fatturato dell'industria fotovoltaica dei due paesi è ammontato rispettivamente a circa 3,9 e 0,8 miliardi di euro. Nel 2005 l'industria fotovoltaica italiana ha invece registrato un fatturato di 48,3 milioni di euro e contava 1.150 addetti (Nomisma 2007).

Box: L'export di tecnologie fotovoltaiche

Il mercato delle tecnologie fotovoltaiche è dominato dal Giappone, che ha una quota del 41% sulle esportazioni mondiali. L'Unione Europea, che è il primo produttore mondiale di energia fotovoltaica, dal punto di vista della produzione di impianti e tecnologie risulta più debole e la sua quota sulle esportazioni mondiali non supera il 20% del totale. La tabella 1 evidenzia anche la crescita dell'export cinese, che tra il 1999 e il 2004 ha raddoppiato la sua quota mondiale.

Tabella 1 - Quote di mercato sulle esportazioni mondiali di tecnologie fotovoltaiche (su valori in \$ correnti)

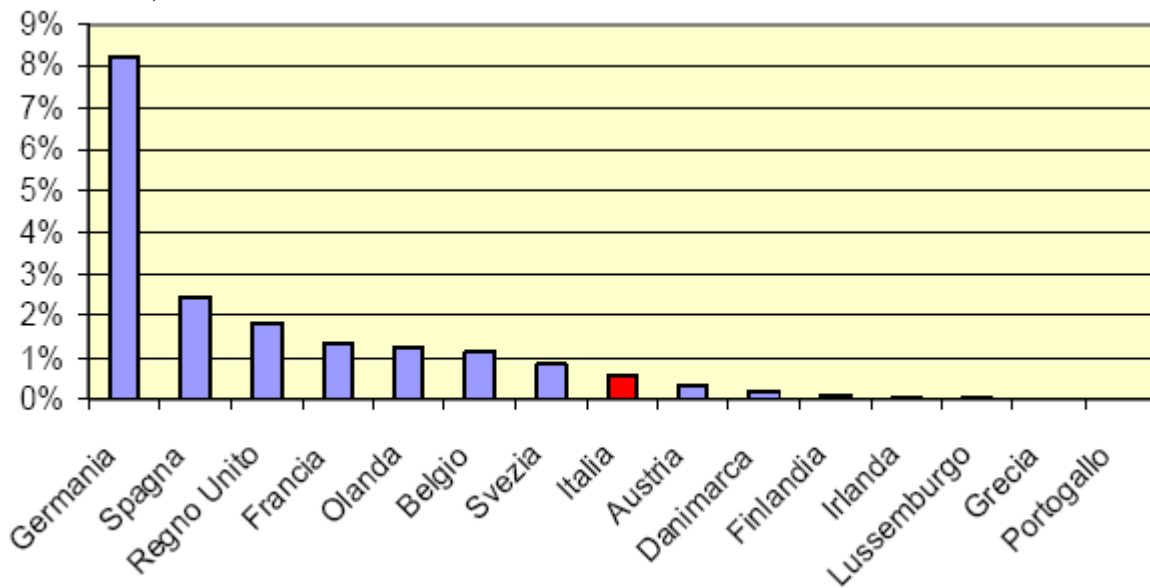
Area	1999	2004
Stati Uniti	21%	12%
UE-15	20%	19%
Giappone	36%	41%
Cina	3%	6%
Newly Industrialised Countries (Malesia, Filippine, Brasile, Messico etc.)	10%	14%
Altri	10%	8%

Fonte: elaborazione ARTI su ENEA (2007)

15 Sul tema delle filiere delle rinnovabili, siti di riferimento per l'Italia sono innanzitutto quelli delle associazioni di categoria: ANEV (www.anev.org) per l'eolico, AIEL per le biomasse (www.aiel.cia.it/), ISES per il solare fotovoltaico (www.isesitalia.it/), Assolterm (www.assolterm.it/) per il solare termico, APER (www.aper.it) per tutte le tecnologie rinnovabili. Ricchi di informazioni sono i portali di Legambiente (www.qualenergia.it), ENEA (www.enea.it) e dei maggiori operatori del settore.

Per quanto riguarda l'Europa, il paese con la più forte specializzazione è la Germania, che contribuisce per circa metà delle esportazioni europee di tecnologie fotovoltaiche. Anche le industrie spagnole e del Regno Unito (con circa il 2% delle esportazioni mondiali ciascuna) si sono rafforzate e hanno migliorato il saldo commerciale nazionale (ormai stabilmente attivo nel caso della Spagna). L'Italia presenta esportazioni modeste: nel 2004 deteneva una quota delle esportazioni mondiali pari allo 0,5%. Nel complesso, l'Europa è un importatore di tecnologie fotovoltaiche: nel 2005 l'UE a 15 è arrivata a rappresentare il 35% dell'import mondiale.

Figura 7 - Quote di mercato dei paesi UE-15 sulle esportazioni mondiali di tecnologie fotovoltaiche, 2004 (su valori in \$ correnti)



Fonte: ENEA (2007)

Per quanto riguarda le apparecchiature per il solare termico, nel 2006 il mercato ha raggiunto in Europa un giro d'affari di circa 2 miliardi di euro e ha impiegato, anche indirettamente, circa 32.000 unità (Euroserv'ER 2007 A)¹⁶. Anche l'industria del solare termico europea è dominata dalla Germania, che ha registrato nel 2006 un valore di 1,2 miliardi di euro e 19.000 occupati. Nel 2007 il fatturato dell'industria italiana nel solare termico ha raggiunto 199 milioni di euro (+155% rispetto al 2006) e 2.900 occupati (+52% rispetto al 2006) (Centro Studi Solarexpo 2007).

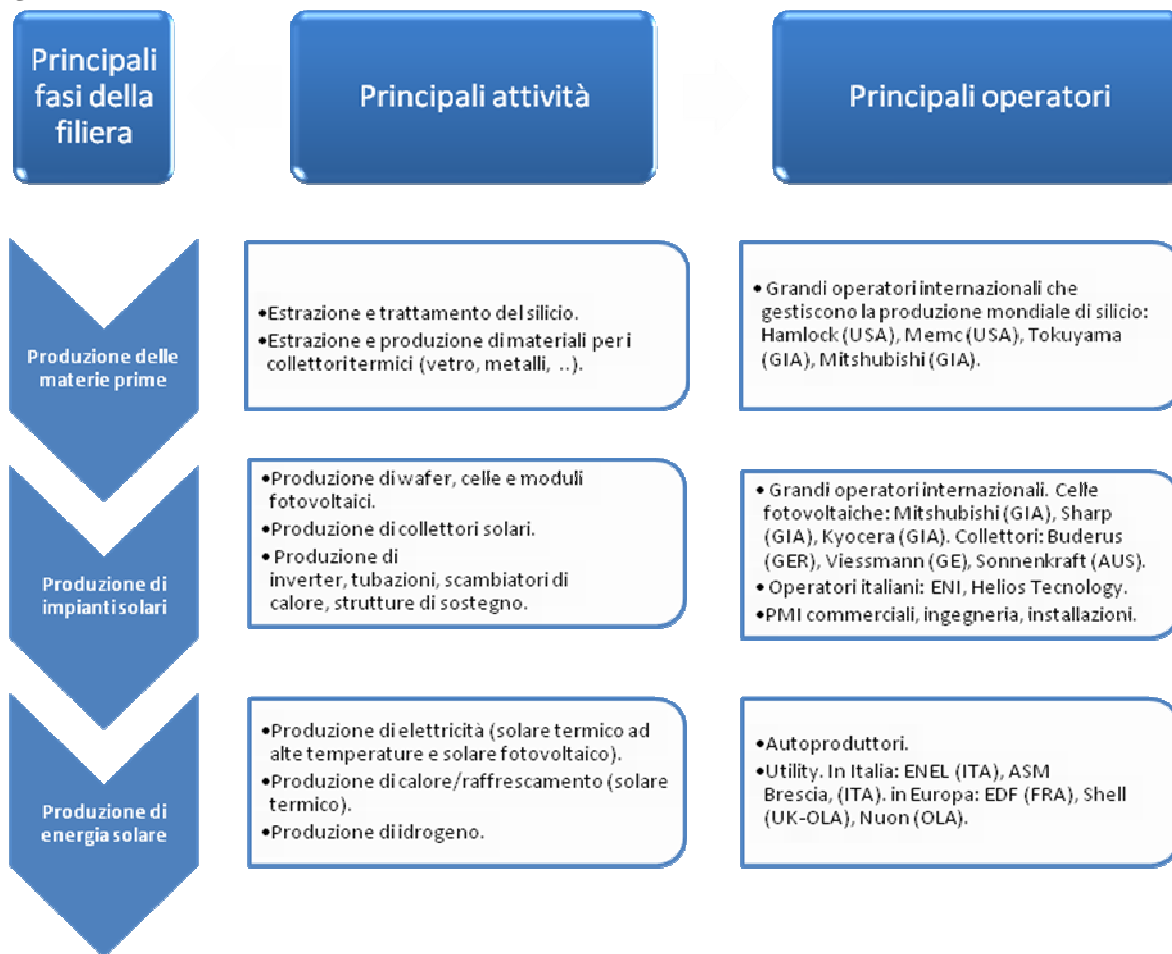
Come schematizzato nella figura 8, la filiera del solare è composta da tre aree principali:

1. la produzione ed il trattamento delle materie prime;
2. la realizzazione di impianti solari termici o fotovoltaici;
3. la produzione di energia termica, elettrica o dell'idrogeno.

Di seguito esaminiamo separatamente queste tre aree.

¹⁶ Si considerano, in questo caso, solo i mercati europei più rilevanti: Germania, Austria, Grecia, Spagna e Italia.

Figura 8 – Schema della filiera del solare



Fonte: ARTI

2.1.1 La produzione delle materie prime

Circa il 90% della produzione di celle fotovoltaiche mondiale è basata su wafer di silicio cristallino. L'approvvigionamento di silicio è un'area particolarmente importante per la filiera del fotovoltaico, in quanto esso è controllato a livello mondiale da un ristretto gruppo di operatori statunitensi (Hamlock, Memc), giapponesi (Tokuyama e Mitsubishi) ed europei (SolarWorld, REC e ErSol). Alcuni di questi produttori (come la norvegese REC e le tedesche ErSol e SolarWorld) sono integrati a valle nella realizzazione di impianti fotovoltaici. Negli scorsi anni, l'impennata della domanda ha determinato una carenza mondiale di silicio. Sebbene, verso la fine del 2006, tale problema sia stato parzialmente superato, buona parte della ricerca nel settore è finalizzata allo sviluppo di sistemi che utilizzino minori quantitativi di silicio o materiali alternativi.

Per quanto riguarda il solare termico, i collettori sono costituiti da materiali più facilmente reperibili (vetro, acciaio, rame e alluminio). Sul prezzo dei collettori incide comunque l'incremento dei costi di alcune materie prime come il rame e l'acciaio inox che sono raddoppiati tra il 2004 ed il 2006 (Berlen 2006).

2.1.2 La produzione di impianti

Le celle fotovoltaiche sono l'elemento principale dell'impianto fotovoltaico in quanto ne costituiscono circa il 63% del costo; il 13% è invece rappresentato dagli inverter (Sharp 2007).

La produzione mondiale di celle fotovoltaiche è in forte espansione: negli anni 1999-2004, la media annuale di crescita è stata di circa il 40%; nel 2005 la produzione ha raggiunto 1.720 MW, con un tasso di crescita del 50% rispetto all'anno precedente. Nel 2005 la realizzazione di celle fotovoltaiche è stata localizzata per il 48% in Giappone (830 MW), per il 26% in Europa (450 MW), per il 9% negli Stati Uniti e per l'11% in Cina e Taiwan. In maggior crescita sono le industrie di Australia e Asia. In particolare, la Cina ha raddoppiato in un anno la sua quota produttiva mondiale; l'obiettivo nazionale è coprire il 10% del fabbisogno di energia primaria con le rinnovabili per il 2020 e, per raggiungerlo, il governo cinese sta incentivando la nascita di un'industria energetica e impiantistica locale.

Anche dal punto di vista aziendale, la produzione mondiale delle celle fotovoltaiche è molto concentrata: il 90% delle vendite sono realizzate da 15 società (e circa l'80% dalle prime 10), anche se, grazie all'espansione del mercato, negli ultimi anni il numero dei produttori di pannelli fotovoltaici è cresciuto¹⁷. Nella tabella 2 sono indicati i primi dieci costruttori di celle per il fotovoltaico. Oltre alle grandi imprese giapponesi operanti nell'elettronica (come Sharp che controlla circa un quarto del mercato mondiale delle celle), tra i principali operatori mondiali vi sono gruppi operanti nell'industria petrolifera (BP e Shell), società specializzate (come la spagnola Isofoton o la tedesca Q-Cells) e *utility* (RWE).

Tabella 2 – I primi 10 produttori mondiali di celle fotovoltaiche

Operatori	Paese	Produzione 2004 (MW)	Produzione 2005 (MW)	Variazione %	Quota di mercato 2005
Sharp	Giappone	324	428	32%	24%
Q-Cells	Germania	75	160	113%	9%
Kyocera	Giappone	105	142	35%	8%
Sanyo	Giappone	65	125	92%	7%
Mitsubishi	Giappone	75	100	33%	5%
Schott Solar - RWE	Germania	63	95	50%	5%
BP Solar - BP	Regno Unito	85	90	5%	5%
Suntech	Cina	28	80	185%	4%
Motech	Taiwan	35	60	71%	3%
Shell Solar	Regno Unito - Olanda	72	59	-18%	3%
Altre Industrie		268	388	45%	22%

Fonte: Euroserv'ER (2007 A)

In Italia, nel 2005 sono stati prodotti moduli per 20 MW. La produzione di celle fotovoltaiche è in forte crescita e dovrebbe raggiungere un valore prossimo a 100 MW nel 2008. Ad oggi, sono

¹⁷ I dati sulle quote di mercato, nel caso del fotovoltaico (ma anche per quanto riguarda le altre rinnovabili) vanno considerati con cautela, sia perché si tratta di mercati in forte crescita, sia perché i dati aziendali in taluni casi potrebbero riferirsi alla capacità delle linee di produzione e non alla produzione effettiva di celle.

presenti sul territorio solo due grandi produttori di celle: EniPower e Helios Technology. Va, tuttavia, rilevato che il componente base della cella, il wafer di silicio, viene esclusivamente importato.

Più significativo il numero di aziende produttrici di componenti quali gli inverter, i connettori e i regolatori di carica. Tra i produttori di inverter, leader nel mercato italiano sono la Elettronica Santerno e la statunitense Magnetek.

In termini di vendite di impianti fotovoltaici, sempre con riferimento all'Italia, posizioni di leadership hanno Sharp e BP Solar, che insieme controllano circa il 40% del mercato. Tra gli operatori minori, vi sono la campana Elettro Sannio, con una vendita di moduli nel 2006 di 3 MW, la padovana Elecro Solar (2 MW), la Depasol di Trinitapoli (FG), con 0,5 MW, e la Solar Energy di Prato (0,2 MW).

A valle della produzione di celle e moduli, vi sono le attività connesse all'installazione degli impianti sul territorio, attività che hanno un peso rilevante sul costo totale dell'impianto. L'8% del costo di un impianto fotovoltaico è, infatti, costituito dalle strutture di sostegno moduli, il 5% dalle spese di progettazione e l'11% dalle spese di montaggio. Tali attività vengono generalmente svolte da piccoli operatori locali, società controllate o collegate ai grandi produttori di celle e alcuni grandi gruppi internazionali specializzati. Tra questi ultimi vi sono la canadese Carmanah e la tedesca Sunset Solar.

Gli impianti solari termici sono costituiti da due parti principali: il collettore, che serve per raccogliere l'energia solare, e le applicazioni che servono per accumulare e distribuire l'energia termica. Per quanto riguarda il solare termico a bassa temperatura, queste applicazioni sono costituite essenzialmente da un serbatoio di accumulo, un sistema di controllo, un sistema ausiliare (gas, biomasse, elettrico, etc.) e un sistema di distribuzione del calore.

I più grandi produttori europei di collettori sono le austriache Gree One Tec e Thermomax, le tedesche Viessmann, BBT Thermotechnik, Ritter Solar e KBB Kolle, la francese Clipsol e la spagnola Isofoton. Insieme questi operatori hanno prodotto, nel 2006, circa 1,5 milioni di m² di collettori solari (tab. 3).

Tabella 3 - Principali produttori europei di collettori per il solare termico (dati 2006)

Operatore	Paese	Giro d'affari (milioni di €)*	Produzione (m²)
Gree One Tec	Austria	77	800.000
Viessmann	Germania	1.400 (280)	250.000
BBT Thermotechnik	Germania	2.800 (ca.308)	200.000
Ritter Solar	Germania	n.d.	102.000
Thermomax	Irlanda del Nord	22	80.000
KBB Kolle	Germania	18	50.000
Clipsol	Francia	12	>30.000
Isofoton	Spagna	176**	29.000

* Tra parentesi il dato relativo alle sole attività nel solare termico.

** Include anche le attività nel fotovoltaico.

Fonte: elaborazione ARTI su Eurobserv'ER (2007 B)

Nel 2006 sono stati commercializzati in Italia 130 MW di impianti termici, di cui 110 MW nelle regioni del Nord, 13 MW nel Centro Italia e 7 MW nelle regioni del Sud. Il grado di dipendenza dall'estero è molto elevato: la domanda di collettori solari, nel 2006, è stata coperta per il 77% dalle importazioni. La produzione di pannelli solari termici nazionale, pari a circa 34 MW, è concentrata per quasi due terzi nelle regioni del Nord (19 MW); nel Sud sono stati prodotti 7,8 MW (Centro Studi Solarexpo 2007). Sebbene il saldo nazionale sia largamente negativo, le imprese nazionali hanno esportato all'estero impianti termici pari a 6,3 MW. Va però messo in rilievo che parte dei componenti degli impianti prodotti in Italia sono importati, in particolare gli assorbitori (da Austria e Grecia) e le stesse materie prime usate nei collettori (come il vetro).

In Italia sono presenti alcune decine di PMI che producono collettori solari, localizzate in 12 regioni. Tra i leader nazionali vi è la Solar System, società friulana, con un fatturato di 8 milioni di euro. I suoi collettori piani sono progettati dall'azienda e costruiti presso uno stabilimento austriaco, di cui l'impresa italiana detiene un terzo della quota societaria. Nel 2005 la società ha venduto 3.300 impianti per un totale di 13.000 m² di collettori. Tra i principali operatori nelle vendite di impianti solari termici abbiamo anche Accomandita TSE (PR) e Sonnenkraft Italia (VR), che però non producono i collettori. Realtà imprenditoriali meridionali affermate sul mercato sono le pugliesi Costruzioni Solari (LE) e Idaltermo (LE) e la siciliana Ecosol (CA), tutte aziende produttrici di collettori.

Box: Imprese leader nella filiera del solare fotovoltaico

Di seguito descriviamo il profilo dei quattro leader del mercato italiano fotovoltaico: Sharp e Bp Solar, per quanto riguarda le vendite di moduli, e ENI ed Helios per quanto riguarda la loro produzione.

Sharp

Sharp Electronics Italia opera nei settori del consumer electronics, office automation, climatizzatori, calcolo, IT ed energie rinnovabili. Nel 2006, Sharp Electronics Italia ha un fatturato di circa 205 milioni di euro ed ha venduto 25 MW di celle fotovoltaiche importate, pari a circa il 20% del mercato italiano. Nel campo dei moduli fotovoltaici, Sharp dispone in Italia unicamente di due punti vendita: Enerpoint a Desio (MI) e Gaia Energy a Casandrino (NA).

BP Solar

BP Solar fa parte del gruppo inglese BP, che si occupa di energia elettrica, gas e petrolio. Nel 2006 BP Italia ha fatturato 235 milioni di euro. BP Solar, in Italia, controlla circa il 20% del mercato delle celle fotovoltaiche. BP produce le sue celle in 4 stabilimenti situati a Madrid, Sydney, Bangalore (in India) e Frederick (USA). In Italia, BP controlla la Solarex Italia, che ha sede ad Agrate Brianza (MI) e si occupa esclusivamente di distribuire i moduli della capogruppo. Solarex Italia distribuisce inoltre regolatori e controllori di carica della Moringstar Corp. e inverter Xantrex, e ha un accordo con la Schletter per le strutture di montaggio.

Helios Technology

Helios Technology è una società italiana, del gruppo Kerself di Prato di Correggio (RE), e opera nell'ambito della produzione di celle, moduli e impianti fotovoltaici esclusivamente da silicio monocristallino da wafer acquistati sul mercato internazionale. Nel 2006 Helios Technology ha registrato un fatturato di 32 milioni di euro e dichiara che, dal 2008, avrà capacità produttiva di 30 MW/anno. Helios ha due impianti produttivi principali, a Ferrandina (MT) e a Carmignano di Brenta (PD).

EniPower

EniPower si occupa di produzione e commercializzazione di energia elettrica, ed è parte della divisione Oil&Gas di ENI. Nel 2005 EniPower ha fatturato 1,5 miliardi di euro. Le attività nel fotovoltaico di EniPower sono principalmente: produzione di celle solari, fornitura di moduli fotovoltaici (la produzione dei moduli è, invece, in gran parte terziarizzata), progettazione e realizzazione di sistemi fotovoltaici. La produzione di celle fotovoltaiche di ENI avviene nello stabilimento di Nettuno (Roma), che ha una capacità produttiva annuale di circa 10 MW ed è in grado di lavorare fette sia mono che multicristallino.

2.1.3 La produzione di energia solare

Gli impianti solari possono essere utilizzati per il riscaldamento, il raffrescamento, la produzione di energia elettrica o di idrogeno.

Gli impianti solari sono venduti alle imprese di servizi pubblici locali (*utility*) o ad utenti civili e industriali. Il solare non è un mercato in cui le grandi *utility* energetiche hanno storicamente rivestito un ruolo importante. Innanzitutto perché gli impianti danno luogo a produzioni poco rilevanti in termini assoluti, alle quali i grandi gruppi energetici sono poco interessati, se non a fini di immagine. In secondo luogo, nel settore i sistemi di incentivazione pubblici sono tipicamente tarati soprattutto sulle esigenze delle utenze residenziali e commerciali. Grazie ai meccanismi di incentivo esistenti, però, anche i piccoli produttori residenziali possono vendere l'energia solare eccedente alla rete elettrica nazionale. Per queste ragioni, sia in Italia che in Europa i mercati della produzione energetica da fonte solare (termica e fotovoltaica) sono molto frammentati. In Europa tra i più importanti produttori di energia solare fotovoltaica vi sono la francese EDF, l'olandese Nuon e l'angolo olandese Shell. Per maggiori informazioni sulla produzione solare nazionale si rimanda invece al terzo capitolo.

Box: Iniziative innovative nel settore dell'energia solare in Italia

Gli studi di frontiera sull'energia solare sono concentrati soprattutto sullo sviluppo di nuovi materiali alternativi al silicio o che ne consentano un minor utilizzo (come il solare a concentrazione), sul raffrescamento solare, sulla costruzione di convertitori più efficienti. Per quanto riguarda invece le realizzazioni, negli ultimi anni i progetti più innovativi hanno riguardato l'applicazione dei pannelli fotovoltaici in strutture o applicazioni esistenti, e la realizzazione di nuovi impianti termodinamici di innovativa concezione.

Accordo per il solare termodinamico – Lazio, Puglia, Calabria

Nel dicembre 2007 è stato firmato un protocollo di intesa tra Ministero dell'Ambiente e Regioni Lazio, Puglia e Calabria per ospitare alcuni progetti pilota sul solare termodinamico. Intenzione del ministero dell'Ambiente è definire una normativa che incentivi l'energia prodotta dal solare termodinamico a concentrazione, sul modello di quanto avviene in Spagna. L'obiettivo è quello di realizzare dieci centrali da 50 megawatt.

Progetto Archimede - Sicilia

Il progetto Archimede è frutto di una collaborazione tra ENEA ed ENEL e nasce con la finalità di dimostrare la validità su scala industriale della tecnologia solare ad alta temperatura, sviluppata da ENEA e già dimostrata sperimentalmente nei laboratori del Centro Ricerche Casaccia di Roma. Questa tecnologia si differenzia da quella già utilizzata per gli impianti solari termodinamici costruiti negli Stati Uniti e da quella in fase di sviluppo in alcuni paesi europei, in quanto punta al raggiungimento di prestazioni più avanzate e ad una maggiore convenienza economica. Il progetto Archimede prevede la realizzazione di un impianto solare integrato con una centrale termoelettrica dell'ENEL ubicata a Priolo Gargallo (SR). Si tratta di un impianto a ciclo combinato con due gruppi, di 380 MW di potenza elettrica ciascuno, che utilizzano come combustibile il metano. L'impianto solare da realizzare è costituito da un campo di 72 collettori parabolici lineari, collegati in 12 circuiti paralleli, comprende due grandi serbatoi per l'accumulo termico e un generatore di vapore ad alta pressione. Il progetto prevede di incrementare la potenza della centrale termoelettrica grazie all'apporto dell'impianto solare, inviando alle stesse turbine anche il vapore prodotto con l'energia solare concentrata. L'aumento di potenza grazie all'apporto del solare è di circa 5 MW (ENEA 2007).

Impianto ad inseguimento solare - Toscana

A Sticciano, in provincia di Grosseto, è in fase di realizzazione il più grande impianto fotovoltaico italiano ad inseguimento solare, con 1 MW di potenza, 1.600 MWh annui di produzione, 137 inseguitori e circa 7 milioni di euro di investimento. Promotrici del progetto due aziende italiane: il Ceppo, ideatrice, e Solar Energy Italia, realizzatrice. La configurazione scelta permette, secondo i progettisti, una trasformazione efficiente ed un controllo in tempo reale dei parametri produttivi ed ambientali, e prevede per ciascun inseguitore un gruppo di conversione indipendente composto da inverter innovativi. Questi inverter, infatti, non dispongono di una trasformatore e, per questo, sono caratterizzati da un rendimento di oltre il 96% (IISolea360gradi 2007).

Impianti fotovoltaici per le serre - Liguria

E' in fase di realizzazione nel vivaio Isolabella della Comunità Montana Ingauna (SV), un progetto di fotovoltaico innovativo finanziato dalla Regione Liguria. Lo scopo è la realizzazione di moduli fotovoltaici applicabili sulle serre agricole sfruttando sia il telaio che le coperture in vetro delle serre stesse. A differenza dei pannelli fotovoltaici tradizionali, che oscurano totalmente il terreno sottostante rendendolo inutilizzabile per l'agricoltura, il modulo fotovoltaico per serre agricole permette il passaggio della luce solare, regolandola automaticamente in base alla stagione. In inverno, il pannello trattiene solo una minima parte dei raggi solari, perché la maggior parte sono destinati a illuminare e riscaldare le coltivazioni sottostanti. Durante i periodi estivi, invece, l'energia solare in eccesso è utilizzata per una maggiore produzione di energia elettrica. Il pannello funziona quindi sia come mezzo per la produzione di energia elettrica che come sistema di ombreggio (IISolea360gradi 2007).

Dissalatore fotovoltaico - Toscana

La Regione Toscana, il Comune dell'Isola del Giglio (GR) e l'Ambito Territoriale Ottimale (ATO) 6 Ombrone hanno raggiunto un accordo per la costruzione, nell'isola, di un dissalatore fotovoltaico, mirato a risolvere il problema del rifornimento idrico dei suoi abitanti, finora garantito da un servizio di navi cisterna. La realizzazione dell'impianto è

prevista entro la fine del 2007, e la Regione ha garantito il finanziamento per un importo già stanziato pari a 600.000 euro. L'ATO 6 è responsabile della progettazione definitiva ed esecutiva, mentre il Comune dell'isola del Giglio si occuperà di acquisire le autorizzazioni, di approvare il progetto e di seguire le fasi di appalto, realizzazione e collaudo. Il dissalatore sarà in grado di soddisfare un fabbisogno di circa 100 metri cubi al giorno, utilizzando l'energia prodotta da un impianto fotovoltaico con una potenza di circa 30 kW (IISolea360gradi 2007).

Villaggio fotovoltaico - Piemonte

Il villaggio fotovoltaico di Alessandria rappresenta un progetto innovativo dal punto di vista dell'introduzione di fonti di energia rinnovabili in un contesto abitativo tradizionale. Il villaggio è stato inaugurato nell'ottobre del 2005, si trova alla periferia sud-ovest di Alessandria ed occupa una superficie di circa 7 ettari; comprende 200 alloggi dotati di pannelli solari per una superficie complessiva di 1.500 m². La potenza installata è di 160 kW e permette di ottenere una produzione annua di circa 175 MWh, pari a circa 600 kWh per famiglia. Questa produzione copre il 100% dei consumi comuni (illuminazione, ascensore, etc.) e circa il 70% dei consumi privati. I pannelli solari sono collocati sui tetti o, verticalmente, in corrispondenza delle scale come elemento decorativo (Ecoalfabeta 2006).

2.2 La filiera dell'eolico

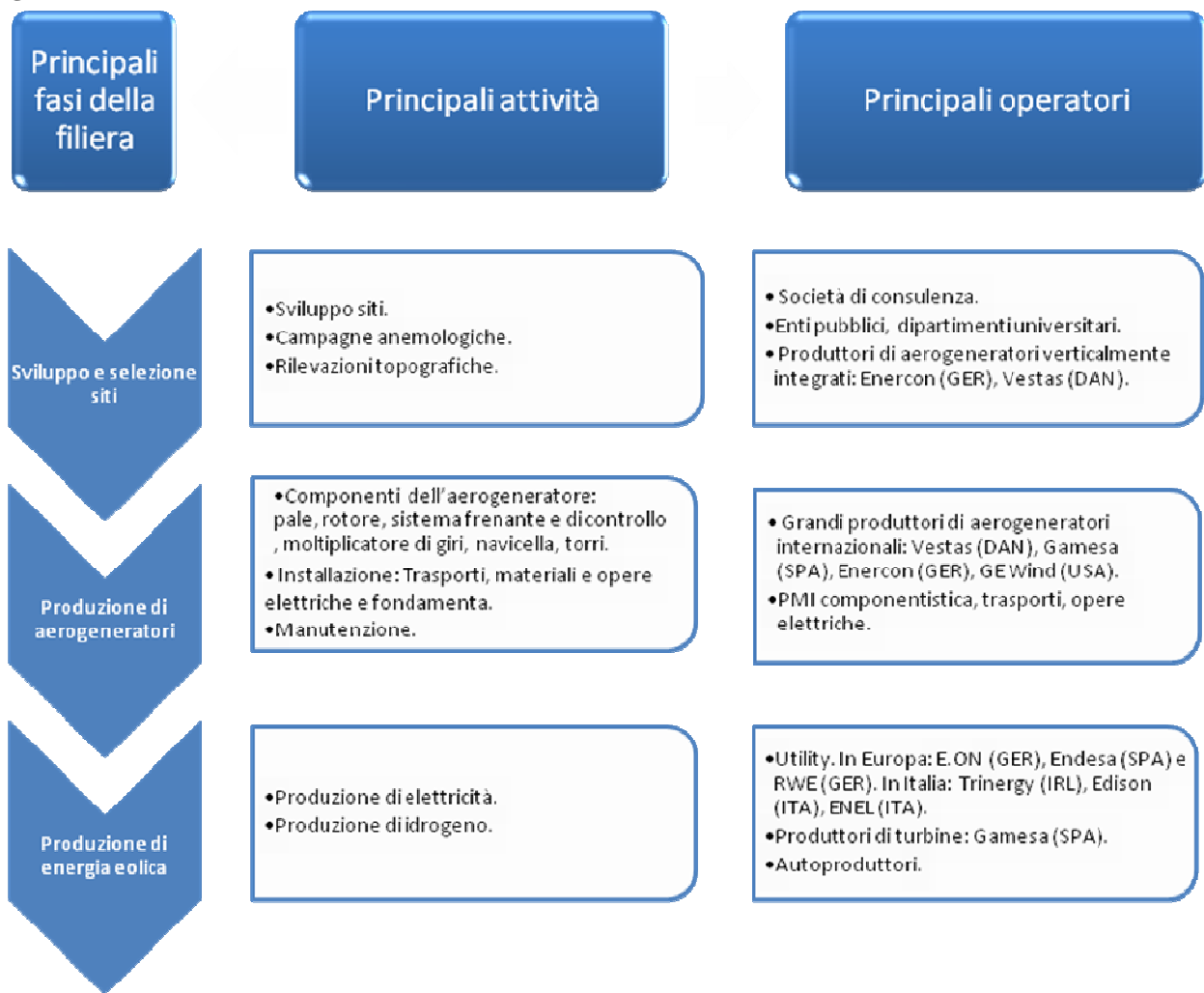
La produzione mondiale di aerogeneratori nel 2006 ha registrato ricavi pari a 17,9 miliardi di dollari. Si stima che il settore possa raggiungere un giro d'affari di 60,8 miliardi di dollari nel 2016 (Clean Edge 2007). In Europa, il settore impiega circa 150.000 unità (comprendenti anche l'occupazione indiretta), di cui circa 2/3 in Danimarca e Germania (Nomisma 2007). In Italia, nel 2005 l'industria eolica ha raggiunto un fatturato di 450 milioni di euro e ha impiegato circa 3.500 unità lavorative¹⁸ (ANEV 2006).

Per quanto concerne la filiera:

1. a monte vi sono le società che si occupano di selezionare e sviluppare i siti su cui far sorgere gli impianti eolici;
2. la fase principale della filiera è costituita dalla produzione degli aerogeneratori;
3. gli impianti possono essere poi gestiti dalle stesse società produttrici o possono essere venduti alle *utility* o a clienti civili e industriali.

¹⁸ Il dato include le unità lavorative dedite alla produzione, la vendita, il trasporto, l'installazione e la manutenzione degli aerogeneratori eolici, includendo i fornitori dei componenti elettromeccanici ed idraulici e le aziende che realizzano le opere civili, le opere elettriche e la costruzione delle torri.

Figura 9 – Schema della filiera eolica



Fonte: ARTI

2.2.1 Lo sviluppo e la selezione dei siti

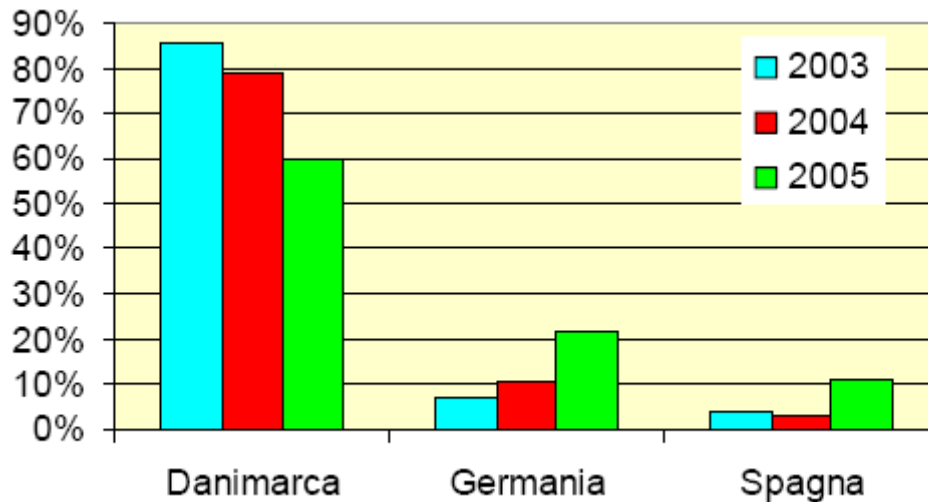
La scelta del sito dove poter installare gli aerogeneratori dipende dalle sue caratteristiche geomorfiche e soprattutto dalla ventosità media. Lo sviluppo dei siti, le campagne anemologiche, le rivelazioni topografiche vengono svolte da diverse tipologie di soggetti. Vi sono società di ricerca e consulenza specializzate (come l'Eolica di Roma), istituti universitari o enti di ricerca (come l'Istituto di Fisica Tecnica della Facoltà di Ingegneria di Palermo) e produttori di aerogeneratori verticalmente integrati (come la tedesca Enercon). Nel complesso, si tratta di una attività con un basso impatto sul costo complessivo dell'impianto.

2.2.2 La produzione di aerogeneratori

La messa in opera degli impianti eolici consta di due parti principali: la realizzazione di aerogeneratori e la loro installazione. A valle di queste due attività vi è la manutenzione dell'impianto. Circa il 62% degli occupati nel settore eolico in Europa appartengono al settore manifatturiero, il 34% all'installazione degli impianti e circa il 3% alla manutenzione.

I principali paesi produttori mondiali di aerogeneratori sono la Danimarca e la Germania, che hanno beneficiato dei primi incentivi pubblici per l'eolico. Nonostante abbia conservato la sua leadership, negli ultimi anni la Danimarca ha perso importanti quote sul totale delle esportazioni mondiali, a causa della crescita delle esportazioni di paesi emergenti come la Germania, la Spagna e la Cina. Tra il 2003 ed il 2005 la Danimarca è infatti passata dall'85% al 60% delle esportazioni mondiali (fig. 10).

Figura 10 - Quote sulle esportazioni mondiali nel settore eolico (su valori in \$ correnti)



Fonte: ENEA (2007)

L'industria della produzione di aerogeneratori è caratterizzata da una forte concentrazione: nel 2005 le prime 4 aziende hanno coperto il 70% del mercato mondiale in termini di potenza. La danese Vestas è stato il primo produttore con installazioni per 3.100 MW, seguita dalla statunitense GE Wind (2.000 MW), la tedesca Enercon (1.500 MW) e la spagnola Gamesa (1.400 MW). Tra i leader di mercato vi sono anche società operanti in altri settori delle rinnovabili: Siemens e Mitsubishi.

Figura 11 - Principali produttori di turbine eoliche nel mondo nel 2005

Operatore	Paese	MW venduti	Quota di mercato	Giro d'affari (milioni di €)*	Occupati*
Vestas	Danimarca	3.186	28,4%	3.580	10.300
GE Wind	Stati Uniti	2.025	18,1%	n.d.	n.d.
Enercon	Germania	1.505	13,4%	1.300	9.000
Gamesa	Spagna	1.474	13,2%	1.745	8.196
Suzion	India	700	6,2%	n.d.	n.d.
Siemens	Germania	629	5,6%	n.d.	n.d.
Repower	Germania	353	3,1%	335	583
Nordex	Germania	298	2,7%	308	719
Ecotècnia	Spagna	239	2,1%	183	626
Mitsubishi	Giappone	233	2,1%	n.d.	n.d.
Altri		567	5,1%	n.d.	n.d.

* I dati sul giro d'affari e gli occupati sono relativi al solo settore eolico.

Fonte: Euroserv'ER (2007 E)

Accanto a questi grandi gruppi, vi sono numerosi operatori specializzati nella componentistica, che consta delle seguenti aree principali: motoriduttori, freni, lavorazioni metalliche, cuscinetti, pompe, bullonerie o viterie, sensori e trasduttore d'imbardata.

Il mercato italiano delle tecnologie eoliche si caratterizza per la presenza di piccole imprese che si occupano della produzione di componentistica e delle opere elettriche e civili, ma, soprattutto, per la presenza di operatori commerciali che curano unicamente la fase realizzativa e gestionale degli impianti. L'unico grande stabilimento che produce tutte le principali parti dell'impianto è quello di Taranto della Vestas, specializzato nelle turbine da 850 kW. Dei circa 1.720 MW complessivi di turbine eoliche installate in Italia al 31 dicembre 2005, più della metà è stato prodotto dallo stabilimento tarantino.

La crescita delle installazioni eoliche in Italia ha però determinato anche un aumento delle importazioni di componenti dall'estero. Tra il 1996 ed il 2003, l'Italia è passata dal 39% al 46% delle importazioni dell'UE-15 di turbine e ruote idrauliche con potenza inferiore a 1.000 kW, con una contestuale riduzione delle esportazioni dall'11% all'8% (Governo Italiano 2007).

In Italia, leader di mercato in termini di vendite di impianti sono le grandi multinazionali europee. Nel 2006, Vestas ha registrato una quota di mercato sulla potenza installata del 57%; principali competitor sono stati la spagnola Gamesa (19% del mercato) e la tedesca Enecon (12%). Repower, Siemens e Nordex hanno coperto complessivamente il 2,4% del mercato italiano (Vestas 2007).

A parte l'eccezione di Vestas, gli operatori citati producono principalmente all'estero i generatori e componenti eolici, ed operano sul mercato nazionale tramite controllate alle quali delegano i servizi di progettazione, installazione e assistenza.

L'installazione degli impianti comprende il trasporto e il sollevamento delle torri e delle turbine, le opere civili (scavi, fondazioni, etc.), i materiali e le opere elettriche (cavi, quadri, trasformatori e sottostazione) e il collegamento alla rete elettrica. Tali attività, generalmente ricomprese nell'indotto, sono svolte in Italia da imprese specializzate, generalmente di dimensione locale, o dagli stessi produttori di aerogeneratori.

Box: Imprese leader nella realizzazione di aerogeneratori in Italia

I tre leader italiani in termini di vendita di aerogeneratori sono la danese Vestas, la tedesca Enercon e la spagnola Gamesa.

Vestas

Il gruppo danese Vestas è leader mondiale nella produzione e nella vendita di aerogeneratori; dispone di 20 uffici vendita in quattro continenti e 12 siti produttivi, di cui uno localizzato a Taranto. Vestas Italia nel 2006 ha fatturato 292 milioni di euro, impiega 220 unità addette alla vendita e 380 unità lavorative nello stabilimento di navicelle e pale di Taranto. Lo stabilimento di Taranto ha una capacità produttiva massima di 550 turbine ed è uno dei più grandi stabilimenti mondiali del gruppo. Nel 2005, Vestas ha prodotto oltre 350 MW ed il 60% della produzione è stato esportato ed installato all'estero. Secondo Vestas, lo stabilimento di Taranto genera un indotto di circa 2.000 addetti.

Enercon

La tedesca Enercon è il secondo gruppo mondiale nella produzione di aerogeneratori. Più della metà degli impianti di energia eolica installati a livello globale da Enercon (10,4 GW in termini di potenza) sono localizzati in Germania (6,7 GW). Le principali peculiarità di Enercon sono che ha progettato i primi impianti di energia eolica senza moltiplicatori di giri, e che produce in house tutti i principali componenti degli impianti che vende (compreso il trasporto delle torri e pale tramite mezzi speciali). Enercon ha tre stabilimenti produttivi, localizzati tutti in Germania, e cinque sedi per la ricerca e sviluppo (localizzate in Svezia, Brasile, India, Turchia e Portogallo). Negli altri 14 paesi in cui opera, tra cui l'Italia, dispone unicamente di uffici vendita e centri di assistenza.

Gamesa

La spagnola Gamesa è il terzo costruttore mondiale di aerogeneratori e leader spagnolo nel settore della fabbricazione, vendita e installazione di turbine eoliche e si occupa anche di produzione di elettricità. Gamesa Eolica Italia nel 2006 ha fatturato circa 24 milioni di euro. Gamesa Eolica ha unità produttive in Spagna, negli Stati Uniti e presto anche in Cina. In Italia Gamesa è il nono produttore di energia eolica (in termini di potenza), ed il secondo fornitore di aerogeneratori dopo Vestas, con un partner importante quale ENEL. Gamesa dispone di una filiale a Roma che si occupa di tutti gli aspetti commerciali e logistici legati alla vendita, installazione e manutenzione degli aerogeneratori. Le attività di installazione e produzione di impianti eolici da parte di Gamesa sono invece concentrate nelle regioni appenniniche e in Sardegna e Sicilia.

2.2.3 La produzione di energia eolica

La maggior parte dei grandi impianti per la produzione di energia eolica sono gestiti da *utility* energetiche. Questo perché la fonte eolica risulta quella più economica per soddisfare le normative nazionali, che in molti paesi impongono alle *utility* una quota minima di energia prodotta da fonte rinnovabile (come il sistema dei Certificati Verdi introdotto in Italia dal Decreto 79/99).

Gli impianti eolici di dimensioni ridotte (micro o mini eolico) hanno invece generalmente funzioni di autoproduzione, e sono gestiti da piccoli operatori industriali o clienti domestici con particolari esigenze di approvvigionamento (ad esempio utenze non allacciate alla rete nazionale).

I maggiori produttori di energia eolica in Europa sono la tedesca E.ON (con una capacità installata nel 2004 di 6.430 MW) e le spagnole Gamesa (1.460 MW) e Endesa (923 MW). Alcuni operatori, come Gamesa, sono verticalmente integrati nella realizzazione di aerogeneratori. Per i dati sui produttori di elettricità da fonte eolica in Italia si rimanda all'analisi del terzo capitolo.

Box: Iniziative innovative nel settore eolico italiano

Tra i settori rinnovabili non tradizionali, l'eolico è certamente la tecnologia più matura. I maggiori campi di ricerca riguardano l'ottimizzazione delle pale (riduzione del peso e nuovi profili), la sperimentazione di nuovi assi di rotazione verticali, la riduzione dei costi degli impianti off-shore e di piccole dimensioni, la realizzazioni di impianti adatti a livelli di ventosità estremi o ad alte profondità. Molti dei progetti più innovativi sono realizzati nelle aree del Nord Europa, dove sono attivi i più grandi operatori mondiali e dove lo spazio per l'installazione di impianti eolici tradizionali è più ridotto. In Italia, per quanto riguarda l'*off-shore*, il primo impianto in progetto, ubicato in Molise a circa tre chilometri dalla costa tra Vasto e Termoli, è stato bloccato nel marzo 2007 dalla Giunta regionale. Il secondo progetto prevede inizialmente l'installazione in mare, a più di 20 km dalla costa, di un prototipo di piattaforma galleggiante innovativa, simile a quelle per l'estrazione del petrolio, collocato sotto il livello dell'acqua a largo di Tricase, in provincia di Lecce. Entro il 2011 il progetto pugliese prevede l'installazione di 24 piattaforme per un totale di 90 MW installati ed un investimento complessivo di 191 milioni di euro.

Prototipo di centrale eolica ad asse verticale Kitegen - Piemonte

Alcuni ricercatori del Politecnico di Torino hanno avviato il progetto del Kite Wind Generator o Kitegen, una centrale eolica ad asse di rotazione verticale di innovativa concezione. A catturare l'energia del vento sarebbero delle ali semirigide pilotate da cavi legati al suolo, dove sono localizzati i macchinari per la generazione di energia. Il vantaggio principale di questi aquiloni rispetto alle pale dell'aerogeneratore tradizionale è che si possono portare ad altezze cui la ventosità è mediamente più alta. Secondo i promotori dell'iniziativa il sistema potrebbe arrivare a produrre oltre un GW di potenza nominale. Ad agosto 2006 è stato costruito un primo prototipo dal nome Mobilegen comandato meccanicamente, ma la forma finale del complesso dell'impianto non è ancora definita. Inoltre non sono ancora completamente definibili il decollo e l'atterraggio degli aquiloni. I test in corso sulla meccanica della trazione, sul controllo degli aquiloni e sull'aerodinamica saranno determinanti per stabilire la forma del generatore. L'azienda che sta sviluppando il progetto Kitegen sarebbe interessata ad una sua applicazione prototipale in Puglia (Kitegen 2007).

Prototipo di turbina ad asse verticale - Sicilia

Nel 2001, il Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale dell'Università Federico II di Napoli ha avviato un innovativo progetto di turbina ad asse verticale nell'ambito del programma europeo Sinergy. Il sistema è derivato da una variante delle turbine Darrieus, ma con un sistema a pale mobili per minimizzare la resistenza nella fase passiva. L'applicazione nasce come generatore idroelettrico sottomarino ma è stato adattato a funzionare come generatore eolico. È stato realizzato un prototipo, denominato Kobold, con un diametro di 6 metri e delle pale fluttuanti lunghe circa 5 metri. Kobold è stato installato nello Stretto di Messina e, dal 2003, è iniziata una fase intensiva di test sul campo (Energoclub, Università Federico II 2007).

Rotore eolico ad asse verticale – Trentino Alto Adige, Valle d'Aosta, Emilia Romagna, Lombardia, Veneto, Toscana, Puglia

La società di Bolzano Ropatec sta commercializzando nuovi rotori eolici ad azionamento verticale, specifici per essere avviati con un vento minimo (2-3 m/s) e non essere disattivati neanche con i più forti venti tra quelli possibili in Italia. Il sistema è innovativo anche perché è indipendente dalla direzione del vento, ha una manutenzione molto ridotta, e non necessita di regolazione elettronica o di un meccanismo di spegnimento. In Italia, impianti della Ropatec di piccole dimensioni sono localizzati in Trentino Alto Adige, Valle d'Aosta, Emilia Romagna, Lombardia, Veneto, Toscana, Puglia, a Foggia (per supporto per pompe elettriche) e, nel prossimo futuro, a Cala Corvino (BA) (Energoclub, Ropatec, Rinnovabili.it 2007).

Impianti di rifornimento di idrogeno alimentato con eolico e solare – Toscana

Agip (gruppo ENI) sta realizzando, in collaborazione con alcune Regioni italiane, impianti dimostrativi MultiEnergy di nuova generazione, volti al rifornimento di mini flotte a fuel cell per il trasporto, alimentati a fonti rinnovabili. Nel luglio 2006, l'Agip ha inaugurato sulla Firenze-Pisa-Livorno, a Grecciano (LI), la prima stazione di rifornimento per autoveicoli alimentati ad idrogeno aperta al pubblico. Ad usufruire del servizio sono, attualmente, tre veicoli di proprietà della ILT-PIEL che ha fornito gli elettrolizzatori installati nella stazione stessa. La stazione è dotata di due

impianti, uno fotovoltaico ed uno eolico, che forniscono l'energia elettrica per il funzionamento della stazione. L'eccedenza di energia elettrica prodotta viene immessa in rete, mentre l'idrogeno viene prodotto prelevando energia elettrica dalla rete durante le ore di basso consumo (H2forum, ENI 2007).

Impianti eolici prototipali – Trentino Alto Adige

Dopo una fase di ricerca durata 3 anni che ha impiegato un team di 16 ricercatori per un investimento di 8 milioni di euro, la società altoatesina Leitwind ha sviluppato un nuovo prototipo di impianto eolico. Ad ispirare la società è stata la tecnologia sviluppata per i suoi impianti di risalita, attualmente *core-business* dell'impresa. La caratteristica distintiva degli impianti è l'utilizzo di un generatore a magneti permanenti che permette di operare a basse velocità di rotazione con elevati rendimenti. Nell'ottobre del 2003 è stato messo in servizio a Malles in Val Venosta (Alto Adige) l'impianto pilota, un aerogeneratore con una potenza nominale di 1,2 MW. Nel dicembre del 2005 è stato messo in servizio a Malles Venosta (Alto Adige) il secondo prototipo, un aerogeneratore della classe di vento II con una potenza nominale di 1,3 MW (Leitwind 2007).

Parco eolico per lo sfruttamento della brezza mediterranea - Sicilia

E' stato inaugurato nel dicembre 2005 la *wind-farm* di Monte Mele (AG), realizzata dalla Moncada Costruzioni. La *wind-farm*, che ha una potenza complessiva di 9,25 MW, ha comportato un investimento complessivo di 10 milioni di euro. La Moncada Costruzioni oltre ad avere progettato il parco eolico e averne realizzato le opere civili ed elettriche, sta testando sul campo un prototipo, a tecnologia direct drive da 750 kW, progettato per offrire una resa maggiore nelle aree caratterizzate da frequenti regimi di brezza leggera, come il bacino del Mediterraneo. Nelle aree mediterranee è infatti importante avere una minore velocità di inserimento e un range di funzionamento più ampio. La progettazione e la prototipizzazione dell'aerogeneratore, realizzate con il supporto di consulenti internazionali, hanno comportato un investimento di circa 2 milioni di euro in attività di ricerca e sviluppo (ANEV 2005).

Campo eolico sperimentale per venti di basse intensità – Trentino Alto Adige

Un campo eolico sperimentale è stato inaugurato nel luglio 2007 nella zona industriale di Trento Nord, presso l'interporto doganale. L'ha realizzato l'Università di Trento, l'Agenzia provinciale per l'energia e Interbrennero, con il sostegno della Provincia autonoma di Trento. L'obiettivo è studiare il comportamento di diverse turbine eoliche ed in particolare di mini-turbine, adatte a realtà che non dispongono di venti forti e costanti. Nel campo sperimentale di Trento sono state, ad oggi, installate tre turbine: una tripala da 20 kW di potenza nominale, una turbina bipala di potenza di 11 kW, e una microturbina da 1 kW (ANSA 2007).

2.3 La filiera delle biomasse

L'articolazione della filiera delle biomasse rende complesso il calcolo del valore del mercato delle apparecchiature produttive¹⁹. Il mercato globale dei biocarburanti, comprendente sia l'ambito manifatturiero che la vendita all'ingrosso di etanolo e biodiesel, ha raggiunto, nel 2006, un giro d'affari di 20,5 miliardi di dollari ed è proiettato a raggiungere gli 80,9 miliardi di dollari nel 2016 (Clean Edge 2007). In Italia, si stima che il mercato del riscaldamento domestico a biomasse (comprendente sia l'industria della produzione di dispositivi di combustione che quella dei *pellets* e della legna da ardere) interessi un mercato nell'ordine del miliardo di euro l'anno (Progesa 2007).

L'Europa è leader mondiale nelle tecnologie per la produzione di energia da biomasse: nel 2005, il 55% delle esportazioni mondiali di tali tecnologie provenivano dall'UE-25. Anche in questo settore, negli ultimi anni è incrementato il peso mondiale della Cina, che nel 2005 ha superato il 20% delle esportazioni mondiali delle tecnologie per la produzione di biomasse (fig. 12).

¹⁹ A differenza delle altre energie rinnovabili, l'output produttivo delle imprese che operano nella filiera delle biomassa ha usi plurimi, anche non energetici; si pensi, ad esempio, all'industria del trattamento del legno o a quella della produzione delle grandi caldaie.

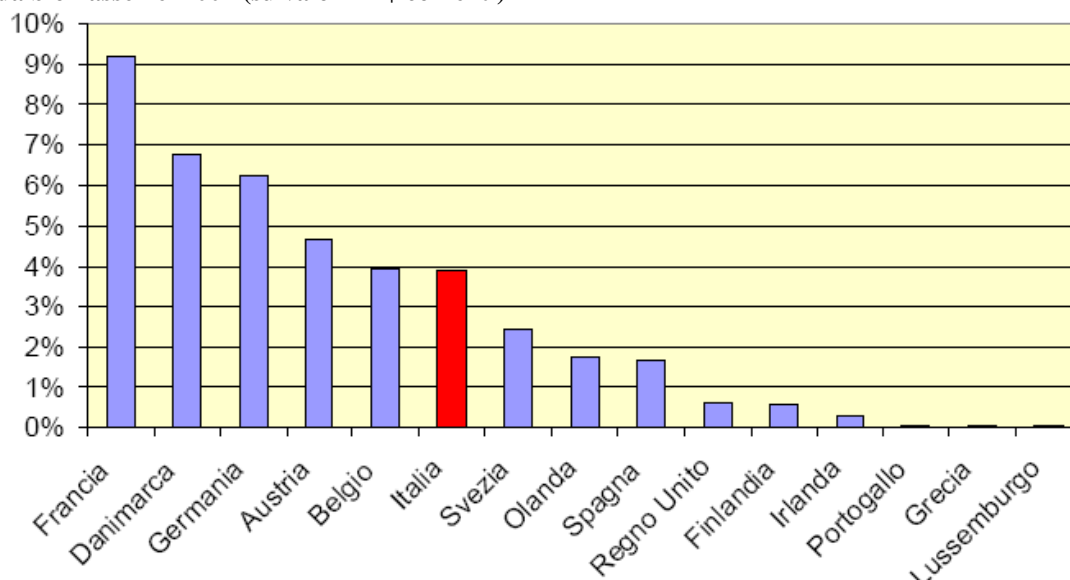
Figura 12 - Quote di mercato sulle esportazioni mondiali di tecnologie per la produzione di energia da biomasse (su valori in \$ correnti)



Fonte: ENEA (2007)

In Europa, grandi esportatori di tecnologie per la produzione di energia da biomassa sono Francia, Danimarca e Germania (fig. 13). L'Italia si pone in una situazione intermedia, con poco meno del 4% delle esportazioni mondiali (ENEA 2007).

Figura 13 - Quote di mercato dei paesi UE-15 sulle esportazioni mondiali di tecnologie per la produzione di energia da biomasse nel 2004 (su valori in \$ correnti)



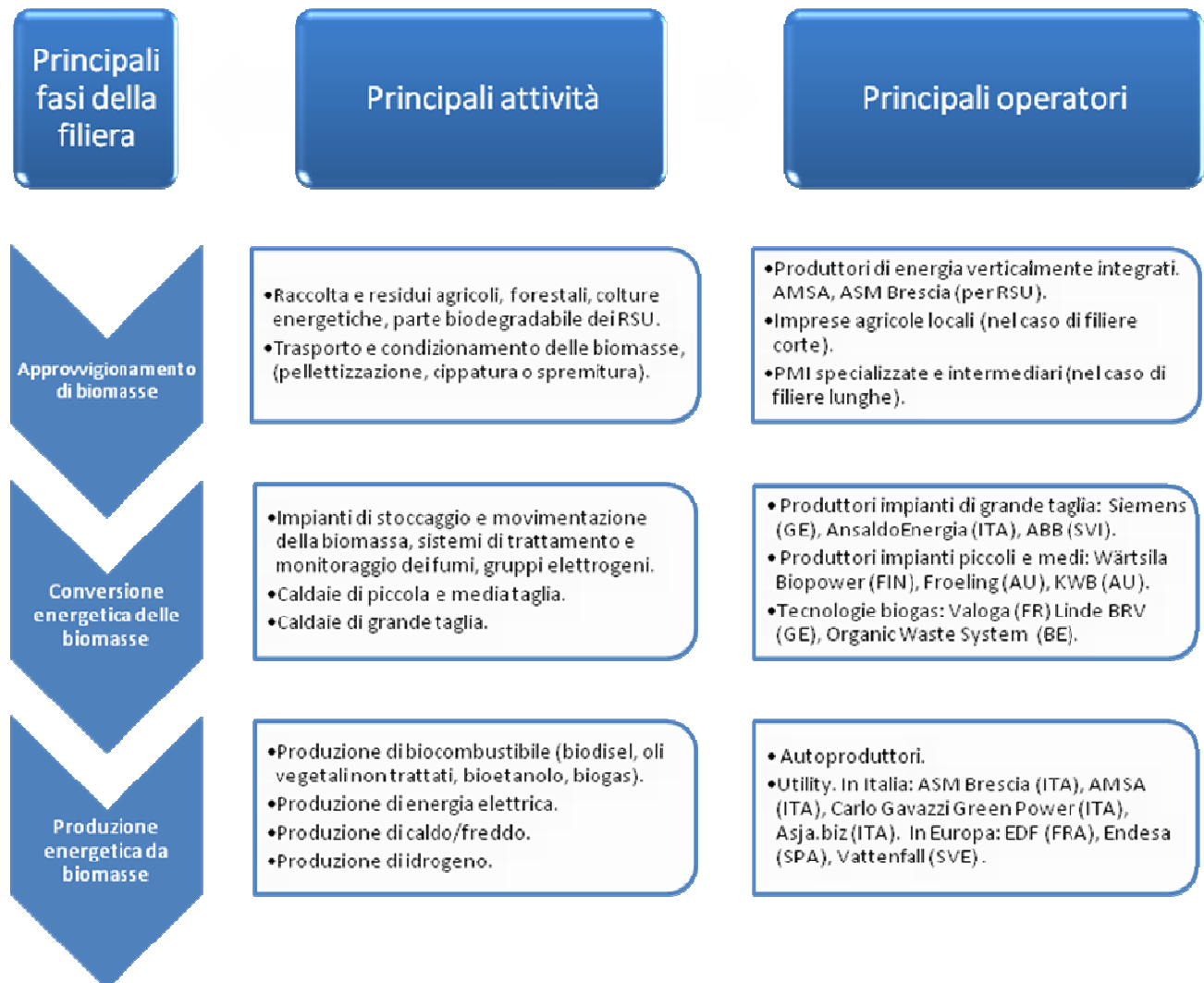
Fonte: ENEA (2007)

La filiera della produzione energetica da biomassa può essere suddivisa in tre aree principali:

1. l'approvvigionamento ed il trattamento della materia prima;

2. la realizzazione di impianti per la conversione energetica delle biomasse;
3. la produzione di elettricità, calore, biocarburanti o idrogeno (fig. 14).

Figura 14 – Schema della filiera delle biomasse



Fonte: ARTI

2.3.1 L'approvvigionamento delle biomasse

Il costo di approvvigionamento e pre-trattamento della materia prima è molto significativo, e può incidere fino al 45% sul costo totale della produzione di energia da biomasse. Generalmente le biomasse vengono trattate prima di essere utilizzate negli impianti di conversione energetica. Il trattamento, o condizionamento, consiste generalmente nella cippatura²⁰, nel caso delle balle da coltura energetica e dei residui agricoli, pellettizzazione²¹, nel caso della gassificazione, e spremitura, nel caso dei semi delle oleaginose.

²⁰ I *chips* o cippato sono piccoli pezzi di legno di origine agricola, silvicolturale, forestale e da potatura.

²¹ I *pellets* sono trucioli cilindrici, di segatura e di piallatura, dall'alto potere calorifico.

Per quanto riguarda le biomasse da rifiuti urbani, l'approvvigionamento della materia prima è gestito dalle *utility* locali, generalmente ex-municipalizzate controllate dal comune di appartenenza. In Italia, leader di mercato sono Asm di Brescia e AMSA di Milano, che utilizzano i rifiuti solidi urbani raccolti nelle rispettive aree per rifornire gli impianti di termovalorizzazione da esse stesse gestiti.

Nel caso delle biomasse provenienti da residui agricoli, forestali o colture energetiche, i soggetti coinvolti nell'approvvigionamento sono generalmente società agricole o operatori specializzati di piccole o medie dimensioni. Nel caso delle filiere lunghe²², l'approvvigionamento può essere gestito anche da *trader* internazionali o dalle stesse *utility* che gestiscono la produzione dell'energia degli impianti a biomasse. In Italia, la creazione di filiere corte per il reperimento e l'utilizzo di biomassa locale risulta spesso oneroso, sia sotto il profilo logistico che organizzativo. Ciò è particolarmente vero per le colture oleaginose, generalmente caratterizzate da una modesta produttività²³. Per molti operatori nazionali risulta quindi più conveniente l'importazione delle biomasse dall'estero, nonostante l'incidenza dei costi di trasporto. Nel quinquennio 2000-2004, il rapporto tra importazioni di biomasse e il consumo italiano si è attestato al 12% circa per il legname, al 74% per il cippato e all'89% circa per i residui (Governo Italiano 2007). I paesi esportatori sono situati prevalentemente nel Centro-nord Europa; importazioni significative di cippato provengono anche dal Brasile. L'importazione delle biomasse dall'estero, secondo alcuni osservatori, può mutare in maniera significativa l'impatto ambientale della produzione energetica da biomasse, sia per le emissioni di CO₂ legate al trasporto, sia perché non sempre le filiere sono certificate e sono chiare le modalità di reperimento della materia prima (Caserta 2007).

Il mercato della legna da ardere italiano si stima che superi le 15 milioni di tonnellate l'anno e quello dei *pellets* oltre 300.000 tonnellate l'anno (Progesa 2007). In Italia, esistono poche iniziative di sviluppo e industrializzazione di tecnologie per il trattamento delle biomasse legnose. Si rileva tuttavia un incremento nel numero di aziende italiane che si occupano di produzione e fornitura di *pellets*; nel 2007 FIRE ne ha censite 112, di cui tre localizzate in Puglia: Enerna Italia di Alezio (LE) e Ecoenergia e A.C. Capelli di Castellana Grotte (BA) (FIRE 2007).

2.3.2 La realizzazione di impianti per la conversione energetica delle biomasse

Le parti principali di una centrale per la produzione termochimica da biomasse sono la caldaia, i sistemi di stoccaggio e movimentazione della biomassa, gli apparati di trattamento e monitoraggio dei fumi, i gruppi elettrogeni.

I grandi impianti che sfruttano le biomasse utilizzano tecnologie molto simili alle centrali termoelettriche tradizionali e per questo motivo le caldaie sono realizzate, in buona misura, dai medesimi produttori di impianti. Le caldaie maggiori (sopra 5 MW) e gli impianti cogenerativi alimentati a biomasse vedono infatti quali leader europei i grandi produttori di impianti termoelettrici come la tedesca Siemens, la svizzera ABB e la scandinava Kvaerner. In Italia, a parte i citati operatori esteri, posizione di rilievo ha AnsaldoEnergia che però realizza solo parte degli

22 L'approvvigionamento di biomasse può avvenire in prossimità degli impianti di conversione energetica (filiera corta) o a lunghe distanze (filiera lunga).

23 Ad esempio, negli Stati Uniti la materia prima grano ha un costo di produzione per litro di 0,54 dollari, a fronte dei 0,28 dollari circa del mais; nell'Unione Europea il valore attuale è di 0,57 dollari per il grano e a 0,44 dollari per il mais. Normalmente il costo di produzione del bioetanolo è superiore al costo della benzina, al netto delle tasse, tranne che in due casi: il bioetanolo prodotto negli Stati Uniti dal mais, con un'incidenza di 0,29 dollari al litro, e il bioetanolo prodotto dalla canna da zucchero in Brasile, con un'incidenza 0,21 dollari al litro (Rava 2007).

impianti. Non esistono infatti produttori italiani di componenti e sistemi per la fornitura completa di impianti alimentati a biomasse (Governo Italiano 2007). Sono invece presenti numerose società di impiantistica e di ingegneria che producono o acquistano le diverse parti dell'impianto da fornitori specializzati e assemblano l'impianto in funzione delle esigenze del cliente finale e del tipo di biomassa utilizzata. I più grandi termovalorizzatori nazionali (Milano e Brescia) sono stati realizzati rispettivamente dalla divisione Power Generation di Siemens e dall'italiana AnsaldoEnergia.

Nel settore delle caldaie di media potenza (per usi industriali e piccole città) o uso domestico, leader europei sono, invece, la finlandese Waertsila Biopower, con ricavi 2005 per 37 milioni di euro, le austriache Froeling (92 milioni di euro di fatturato) e KWB (36 milioni di euro) e la tedesca HDG Bavaria (30 milioni di euro) (Euroserv'ER 2007 C). Si stima che l'industria italiana produca annualmente più di 300.000 dispositivi di combustione destinati al riscaldamento domestico con potenze comprese tra 5 e 100 kW (Progesa 2007).

Tabella 4 – Principali produttori europei di caldaie di piccole e medie dimensioni per l'industria delle biomasse nel 2005

Operatore	Paese	Potenza minima e massima delle caldaie (kW)	Giro d'affari (milioni €)
Froeling Heizkessel	Austria	2 - 1.000	92
Waertsila Biopower	Finlandia	3.000 - 17.000	37
HDG Bavaria	Germania	10 - 200	30
KWB	Austria	10 - 150	36,3
TPs Termiska Processer	Svezia	300 - 20.000	27
ETA Eiztechnik	Austria	20 - 90	26,5
Nolting	Germania	10 - 3.000	4,7
Compte	Francia	150 - 6.000	10

Fonte: elaborazione ARTI su Euroserv'ER (2007 C)

Per quanto concerne la tecnologia utilizzata negli impianti che utilizzano processi biochimici, tra i principali attori europei vi sono la francese Valoga, la cui tecnologia è utilizzata in 11 paesi, le tedesche Linde AF Wiesbaden e Biotechnische Abfallverwertung, la belga Organic Waste System (Euroserv'ER 2007 D). In Italia posizione di rilievo ha Asja.biz di Rivoli (TO), che però non realizza tutte le componenti dell'impianto.

Tabella 5 – Principali produttori europei di impianti per la valorizzazione del biogas nel 2006

Operatore	Paese	Impianti	Capacità impianti (ton/anno)
Linde AF Wiesbaden	Germania	40	1.000.000
Valoga International	Francia	19	1.000.000
Schmack Biogas	Germania	ca. 180	ca. 1.000.000
Organic Waste System	Belgio	14	750.000
Biotechnische Abfalleverwertung	Germania	25	624.500
Kompogas	Svizzera	32	530.000

Fonte: elaborazione ARTI su Euroserv'ER (2007 D)

Box: Imprese leader nella realizzazione di impianti a biomasse in Italia

Tra le imprese leader in Italia nella realizzazione di impianti a biomasse vi sono la tedesca Siemens e le italiane AnsaldoEnergia e Asja.biz.

Siemens Power Generation

La divisione Power Generation di Siemens sviluppa e costruisce in tutto il mondo impianti elettrici chiavi in mano, la relativa componentistica e i sistemi di automazione e controllo. Nel 2006 Siemens Power Generation ha registrato vendite per 10 miliardi di euro e ha impiegato circa 36.000 persone. Nel campo delle rinnovabili, Siemens è leader mondiale nella produzione di impianti eolici *off-shore*, mentre dal 2001 ha abbandonato il settore della produzione di celle fotovoltaiche. Nel campo della termovalorizzazione e delle biomasse, Siemens offre l'automazione completa, dalla strumentazione e cablaggio del campo, alla gestione del sistema di stoccaggio e dosaggio del combustibile. In Italia, la divisione Power Generation di Siemens dispone di uno stabilimento produttivo dedicato alla manutenzione e service delle turbine a gas, localizzato a Torino. In Italia Siemens ha realizzato 7 grandi centrali a biomasse (a Verzuolo, Belluno, Cosenza, Massafra, Termoli, Cutro e Torino), 5 grandi termovalorizzatori (tra cui il secondo termovalorizzatore italiano a Trezzo d'Adda, Milano). Tra questi, vi è la centrale a biomassa di Massafra (TA) realizzata nel 2002 per Euro Energy. Tra gli impianti minori, a Monopoli Siemens ha realizzato una centrale a biomasse per Ital Green Energy, società del Gruppo Casa Olearia Italiana (Marseglia Group). Siemens avrà anche un ruolo importante nella costruzione del Polo Integrato di Italgest, sia per quanto concerne la costruzione di due impianti a ciclo combinato alimentati ad oli vegetali, sia per quanto riguarda la costruzione di due parchi eolici (si veda ARTI 2007). In Puglia (Foggia) Siemens ha realizzato anche una centrale fotovoltaica per Pragma nel 1998.

AnsaldoEnergia

AnsaldoEnergia è parte del gruppo italiano Finmeccanica, e si occupa di produrre e vendere componenti per le centrali energetiche e fornire i relativi servizi. I principali prodotti di AnsaldoEnergia sono le centrali termiche, combinate, geotermiche, nucleari, le turbine a gas e a vapore e i turbogeneratori; nel complesso, Ansaldo ha installato impianti per 164.000 MW. Nelle energie rinnovabili, Ansaldo ha innanzitutto realizzato gran parte degli impianti geotermici ENEL presenti in Toscana. Tramite anche la sua controllata Danese Ansaldo-Volund, il gruppo commercializza in tutto il mondo impianti di cogenerazione alimentati a biomasse (legno, paglia ed altri residui agro-forestali) e rifiuti. Nel settore Ansaldo ha realizzato complessivamente 26 impianti per circa 400 MW di potenza, tra cui il più grande termovalorizzatore italiano, quello di Brescia gestito dall'ex-municipalizzata Asm. Tra le principali realizzazioni nazionali vi sono anche la centrale da 760 MW a Melicucco (RC) e le turbine della centrale da 20 MW di Crotona, in collaborazione con Alstom.

Asja.biz

Asja.biz opera nella valorizzazione energetica del biogas generato dalle discariche di rifiuti solidi urbani e nel settore eolico. L'attività di Asja.biz consiste nei lavori edili necessari per la posa delle diverse parti dell'impianto, la

realizzazione di platee e bacini di contenimento per i motori ed i contenitori dell'olio, la posa in opera di tubazioni, motori, dell'impianto elettrico e delle relative strumentazioni di controllo. Nel 2005 ha fatturato 30,5 milioni di euro. Ad oggi, la società ha realizzato in Italia 22 impianti di valorizzazione energetica di biogas in 8 regioni italiane (Sicilia, Campania, Marche, Emilia, Liguria, Piemonte, Lombardia, Veneto); sono inoltre in corso di sviluppo 9 nuovi siti. Dei 22 impianti costruiti, Asja.biz ne gestisce 16, più uno tramite una società consortile. La produzione elettrica di Asja.biz, nel 2006, è stata di 180 GWh. Nel settore della produzione eolica, ad oggi Asja.biz ha realizzato un impianto in Romania e uno in Italia a Marsala, per una potenza pari a 10 MW; ha inoltre 3 impianti in costruzione in Sicilia e in 4 aree ha progetti di sviluppo; tra queste, vi è l'area di Taranto, in cui intende installare aerogeneratori per 40 MW.

2.3.3 La produzione energetica da biomasse

Nel campo energetico le biomasse hanno due principali applicazioni: la produzione di energia elettrica e termica (*biopower*), e la produzione di biocarburanti. Accanto a queste, come per le altre energie rinnovabili, sono possibili impianti a biomasse per la produzione di idrogeno.

I più grandi impianti di produzione di energia elettrica e di calore da biomasse sono di proprietà di *utility*; gli impianti di piccole e medie dimensioni sono invece destinati all'autoconsumo, anche domestico. I più grandi produttori di elettricità da biomasse in Europa sono la francese EDF (con una capacità installata nel 2004 di 81 MW), la spagnola Endesa (75 MW) e la svedese Vattenfall (31 MW). Per una panoramica sulla produzione elettrica da biomasse in Italia si rimanda al terzo capitolo.

Riguardo al biodiesel, i più grandi produttori in Europa, nel 2004, erano la tedesca Diester Industrie, la statunitense ADM, la francese Novaol, la tedesca Natur Energie West e l'italiana Fox Petroli. I principali produttori di etanolo e derivati per i trasporti erano la franco-spagnola Abengoa, le francesi Tereos Group e Total e la svedese Agroetanol (EU Japan Centre for Industrial Cooperation 2006).

Box: Iniziative innovative nel settore delle biomasse italiano

A livello mondiale, l'attenzione dei ricercatori si sta spostando verso i cosiddetti biocarburanti "di seconda generazione", con i quali si raggiungerebbe un'efficienza energetica superiore, in quanto si utilizzerebbe non solo la parte più pregiata della pianta, quali frutti e semi, ma anche il fusto e le altre parti legnose. In Italia sono state numerose le iniziative innovative nell'ambito delle biomasse avviate negli ultimi due anni. I progetti hanno riguardato soprattutto i biocombustibili e l'utilizzo di rifiuti zootecnici ed agricoli per la produzione di elettricità e calore in cogenerazione. La Toscana è una regione particolarmente attiva su entrambi i fronti.

Sperimentazione olio di girasole per trazione motori - Toscana

Il Centro di ricerca per le energie alternative e rinnovabili (CREAR) dell'Università di Firenze, in collaborazione con la Provincia di Firenze, ha promosso il progetto Life-Voice, finalizzato alla sperimentazione dell'olio vegetale puro per la produzione di energia termica e per autotrazione. Il progetto avrà una durata di poco superiore ai tre anni ed è stato avviato a ottobre 2007. Il costo complessivo sarà pari a circa 3,4 milioni di euro ed è cofinanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma Life-Ambiente. Obiettivo del progetto è utilizzare l'olio vegetale, materia prima normalmente impiegata per la produzione di biodiesel, senza trattamenti. Questo richiederà adattamenti tecnologici agli impianti ed ai motori che utilizzeranno l'olio. Il vantaggio principale dell'olio puro rispetto al biodiesel è quello di poter essere prodotto ed utilizzato in loco dagli agricoltori, senza dover subire processi chimici di trasformazione (ANSA 2006).

Impianto per la produzione di biodisel ad alta qualità – Toscana

ENI ha allo studio la realizzazione di un impianto per la produzione di biodiesel di altissima qualità da 250.000 tonnellate, localizzato nella raffineria di Livorno. In particolare, ENI sta sviluppando, in collaborazione con la società americana UOP, una tecnologia innovativa che, attraverso l'idrogenazione totale degli oli vegetali, permetta di ottenere un biodiesel costituito solo da paraffine e isoparaffine, avente un contenuto energetico superiore a quello ottenuto con i criteri di produzione tradizionali (Itabi@Net 2007).

Fattoria dell'Energia – Puglia e Toscana

Si tratta di un progetto di ENEL che prevede l'ottimizzazione dei processi di produzione di oli vegetali, la produzione di biocombustibili solidi e la realizzazione di processi per la produzione di bioetanolo da biomassa lignocellulosica. Le coltivazioni e gli impianti sperimentali saranno realizzati in Toscana e in Puglia. In Toscana, il progetto prevede l'esercizio e l'ottimizzazione delle pratiche colturali, la realizzazione di un gassificatore e di un impianto di combustione a biomassa legnosa. In Puglia il progetto prevede l'esercizio e l'ottimizzazione di pratiche colturali e la realizzazione di un impianto da 10 ton/anno per la produzione di bioetanolo da biomassa lignocellulosica (ENEL 2007).

Utilizzo di biogas per il trasporto - Lazio

Nel campo del biogas, AMA è stata la prima impresa di igiene urbana in Europa a mettere in servizio 12 camion compattatori alimentati con gas metano ricavato dai rifiuti smaltiti nella discarica di Malagrotta. L'iniziativa è stata realizzata con la collaborazione tecnica di Iveco e di CO.LA.RI., proprietaria della discarica di Malagrotta e dell'impianto di produzione di biogas. L'alimentazione a biogas interessa attualmente una parte esigua dell'autoparco aziendale, ma nei piani di AMA è prevista la progressiva sostituzione degli automezzi più obsoleti adibiti alla raccolta dei rifiuti con altrettanti nuovi compattatori ecologici (Itabi@Net 2007).

Parco tecnologico e centrale a cippato - Trentino Alto Adige

L'Istituto agrario di San Michele all'Adige ha definito un progetto per la realizzazione di un parco tecnologico per l'energia rinnovabile con finalità di ricerca, sviluppo tecnologico, formazione e divulgazione. All'inizio del 2007 sono partiti i lavori per la realizzazione di una centrale di teleriscaldamento a cippato. In una seconda fase verranno predisposti i laboratori e gli impianti pilota di digestione anaerobica per produrre metano o idrogeno, e verranno prodotti biodiesel e bioetanolo dagli scarti agroalimentari, dal sorgo zuccherino e dagli scarti lignocellulosici. Saranno infine installati impianti microeolici, fotovoltaici e microidroelettrici (Itabi@Net 2007).

Impianto a cogenerazione alimentato a pollina - Veneto

L'Associazione allevatori avicoli di Este ha presentato il progetto dell'inceneritore di guano dei polli, per il quale si sta cercando un sito adeguato. Il guano di polli e tacchini, mischiato alla lettiera, contiene un'alta concentrazione di azoto ed è pertanto importante trovare alternative economicamente sostenibili alla distribuzione del composto sui campi della zona. L'obiettivo è realizzare un impianto a cogenerazione che fornisca energia elettrica per 15.000 persone e teleriscaldamento per 6.000 (Itabi@Net 2007).

Colture biomasse alternative - Sicilia

In Sicilia è stata avviata la sperimentazione di nuove colture di olio alternative (Brassica carinata, Brassica napus e Cartamo) con il progetto "Fisica". In sette province si stanno testando specie e varietà da adattare ai vari cereali, con i semi forniti dalla Proseme, al fine di ottimizzare i rendimenti agronomici ed economici delle colture energetiche idonee ad entrare in rotazione con il grano duro. Tra i numerosi obiettivi del progetto, quello di identificare le migliori tecnologie per la produzione dei prodotti energetici e realizzare un impianto di misura ridotta per la produzione di biodisel. Sono impegnate nella sperimentazione circa 30 aziende con la collaborazione di Legambiente (Itabi@Net 2007).

Primi autobus a bioetanolo - Toscana

ATC, azienda consortile dei trasporti de La Spezia, ha acquistato e reso operativi sulla linea fra Lerici e Sarzana i primi tre autobus italiani alimentati a bioetanolo. L'acquisto si riconduce alla partecipazione de La Spezia, unica città italiana, al progetto europeo Best che punta a sviluppare l'uso del bioetanolo. La cordata di nazioni che fanno parte del progetto comprende anche il Brasile e la Cina (Itabi@Net 2007).

Impianto a biogas alimentato da rete sotterranea - Lombardia

Gli allevatori di Borgoforte (MN) hanno promosso un progetto che, con il supporto della Regione Lombardia, potrebbe dar luogo ad un'importante impianto per la produzione di energia elettrica e termica da biogas. Come combustibile verrebbero utilizzati i reflui zootecnici di 22 allevamenti con un potenziale di circa 48.000 suini e 8.000 bovini. La principale novità del progetto è che ciascuna azienda disporrebbe di un proprio digestore, e il biogas prodotto sarebbe convogliato al cogeneratore attraverso una rete distributiva sotterranea di oltre 20 km. L'obiettivo è vendere l'energia prodotta alle fonderie della zona e alla rete elettrica. Secondo lo studio di fattibilità del progetto i costi per la realizzazione ammontano a 35-38 milioni di euro e potrebbero essere ammortizzati nell'arco di 5 o 6 anni (Itabi@Net 2007).

CAPITOLO 3 - RINNOVABILI ED EFFICIENZA ENERGETICA: IL CONTESTO NAZIONALE

Questo capitolo analizza i principali indicatori sulla produzione energetica da fonti rinnovabili e il mercato dell'efficienza energetica con riferimento all'Italia. In conclusione, sono forniti alcuni elementi sullo stato della ricerca nazionale sul tema energetico.

3.1 La produzione di energia rinnovabile²⁴

3.1.1 Il quadro nazionale della produzione di energia rinnovabile

Nel 2006, la produzione di energia elettrica italiana da fonti rinnovabili ha raggiunto 52 miliardi di chilowattora (TWh), pari a circa il 14,5% del consumo interno lordo di energia elettrica (GSE 2007). Rispetto agli altri paesi europei, la produzione rinnovabile nazionale è significativa: nel 2005 l'Italia era dietro solo a Francia, Svezia e Germania, e prima di grandi paesi quali Spagna e Regno Unito. Tale dato, come evidenziato dalla tabella 6, è però largamente dipendente dalla significativa produzione idroelettrica nazionale piuttosto che dagli investimenti nelle nuove energie rinnovabili.

²⁴ Sul tema delle rinnovabili nazionali, siti di riferimento sono quelli di Terna (www.terna.it), relativamente i dati sulla produzione nazionale ed internazionale, del GSE (www.gsel.it), sul tema della normativa di riferimento e gli impianti in progetto, l'AEEG (www.autorita.energia.it), riguardo agli operatori e alle quote di mercato, dell'ENEA (www.enea.it) per quanto riguarda la produzione di calore e gli aspetti tecnologici.

Tabella 6 – Produzione lorda di energia da impianti rinnovabili in Europa, 2005

TWh	Idroelettrica	Eolica	Fotovoltaica	Geotermica	Biomasse solide *	Biogas	Totale
Europa	629,4	68,8	0,7	7	44,1	14,5	764,5
Austria	40,0	1,0			1,9		42,9
Belgio	1,7	0,2			1	0,2	3,1
Danimarca		6,6			1,8	0,2	8,6
Finlandia	13,7	0,2			10,1		24,0
Francia	56,8	0,9			1,7	0,4	59,8
Germania	28	26,5	0,5		5,4	5,5	65,9
Grecia	5,6	1				0,1	6,7
Irlanda	0,9	1,3				0,1	2,3
Italia	36	2,3		5,3	2,3	1,1	47,0
Lussemburgo	0,9	0,1					1,0
Paesi Bassi	0,1	2,1			3,5	0,2	5,9
Portogallo	4,9	1,7		0,1	1,3		8,0
Regno Unito	7,1	3,5			3,3	4,6	18,5
Spagna	23,0	20,3			1,5	0,8	45,6
Svezia	77,8	0,9			6,8		85,5
Resto d'Europa	326,0	0,2	0,1	1,6	3,5	1,3	333,7

* Biomasse solide, esclusi i rifiuti solidi urbani.

Fonte: elaborazione ARTI su Terna (2006 e 2007), Eurobserv'ER (2007 C e 2007 D)

Esiste inoltre un notevole gap tra la situazione attuale e l'obiettivo italiano di raggiungere il 22% del consumo interno lordo da energia rinnovabile per il 2010, obbligo definito dalla Direttiva 2001/77 e recepito con il Decreto legislativo 387 del 29/12/2003. Se gli obiettivi per il 2010 non sono vincolanti, maggiore rilevanza sulle future scelte di sostegno pubblico alle rinnovabili avrà la decisione del Consiglio Europeo del 9 marzo 2007, che ha fissato diversi obiettivi al 2020, tra i quali una penetrazione del 20% delle fonti rinnovabili sul consumo di energia primaria (inclusi i biocarburanti) e una riduzione del 20% del consumo di energia primaria rispetto al trend attuale. Ciò significherà, per l'Italia, dover raddoppiare la sua quota di produzione elettrica rinnovabile rispetto al consumo interno lordo, per raggiungere un valore prossimo al 30% nel 2020.

La generazione rinnovabile nazionale dipende prevalentemente dall'idrico e dal geotermico, che insieme rappresentano circa l'81% della produzione italiana (tab. 7). La restante quota si divide tra l'eolico, che rappresenta circa il 6% della produzione rinnovabile italiana, e le biomasse/rifiuti, con circa il 12%. Il solare fotovoltaico presenta, invece, valori assoluti modesti, con una quota inferiore allo 0,1% della produzione rinnovabile nazionale.

Dal 2004 si rileva una notevole crescita della produzione elettrica da fonte eolica e a biomasse. Nel 2006 l'eolico, con un +27% rispetto all'anno precedente, è stata la fonte rinnovabile con la maggiore crescita, seguita da quella a biomasse la cui produzione ha registrato un +10%. Incrementi contenuti hanno invece registrato, per motivi strutturali, il geotermoelettrico (+4% rispetto al 2005)

e l'idroelettrico (+3%). Nel complesso, tra il 2005 ed il 2006 la produzione rinnovabile nazionale è cresciuta del 5%.

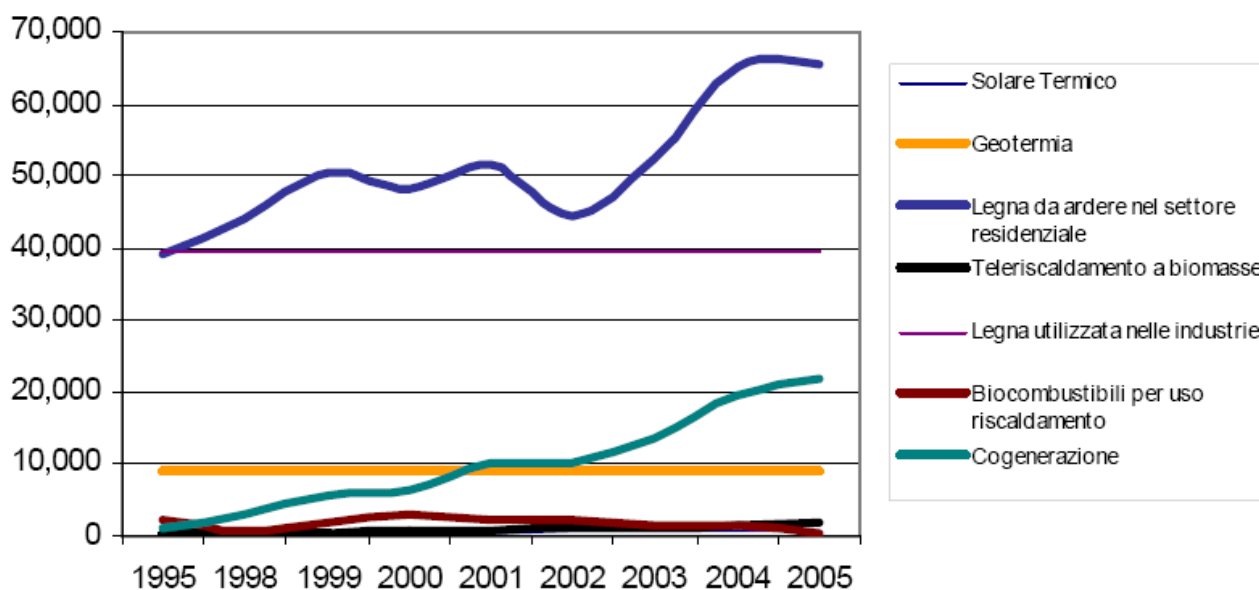
Tabella 7 - Produzione lorda degli impianti da fonte rinnovabile in Italia dal 2002 al 2006

Fonte (GWh)	2002	2003	2004	2005	2006
Idrica (da apporti naturali)	39.519	36.674	42.744	36.066	36.994
di cui <10 MW	8.048	7.191	8.859	7.615	7.875
Eolica	1.404	1.458	1.846	2.343	2.970
Fotovoltaica	4	5	4	4	2
Geotermica	4.662	5.341	5.437	5.324	5.527
Biomasse e rifiuti	3.422	4.493	5.637	6.154	6.744
di cui: rifiuti solidi urbani	2.427	3.460	2.276	2.619	2.916
colture e altri rifiuti agro industriali	1.051	1.648	2.190	2.337	2.491
biogas	943	1.033	1.170	1.198	1.335
Totale	49.012	47.966	55.262	49.893	52.239

Fonte: elaborazione ARTI su Terna (2007)

La produzione di calore da fonti rinnovabili viene stimata nel 2005 in circa 128.000 TJ, di cui 61.000 TJ relativi agli impianti industriali e 67.000 TJ relativi al settore civile (ENEA 2007). In gran parte la produzione di calore da fonti rinnovabili è legata all'uso della legna da ardere. Limitati sono l'apporto della cogenerazione (circa 20.000 TJ) e della geotermia (poco meno di 10.000 TJ). Quasi irrilevanti sono i contributi dei biocombustibili per uso riscaldamento e del solare termico²⁵.

Figura 15 - Produzione di calore da fonti rinnovabili. Anni 1995-2005 (TJ)



Fonte: ENEA (2007)

²⁵ È comunque da segnalare che il settore del solare termico nazionale è in forte crescita e, nel 2006, ha raggiunto il livello di 130 MW installati, un dato paragonabile a quello realizzato da Francia e Spagna (ESTIF 2007).

Per quanto riguarda i biocarburanti, l'Italia si caratterizza per la presenza di una discreta produzione di biodiesel e per la sostanziale assenza della filiera bioetanolo. Negli ultimi anni si è verificata una variazione nell'utilizzo del biodiesel, dal quasi totale uso per riscaldamento al prevalente utilizzo in autotrazione. Per il 2005 è stimata una sostituzione di energia primaria da biocarburanti pari a circa 7.200 TJ, in riduzione rispetto agli 11.700 TJ del 2004, a causa del progressivo venir meno di agevolazioni esistenti²⁶ (ENEA 2007).

3.1.2 Le imprese produttrici di energia elettrica rinnovabile

I primi operatori nazionali per produzione elettrica rinnovabile sono ENEL, Edison e CVA della Valle d'Aosta, grazie soprattutto al controllo dei grandi impianti idroelettrici dell'arco alpino, che producono buona parte dell'energia rinnovabile italiana. Più in dettaglio:

- nell'idroelettrico, i 4 leader nazionali sono ENEL, CVA, Edison ed Endesa, che insieme controllano circa il 71% della produzione nazionale (AEEG 2007 A).
- Il 99% della produzione geotermoelettrica italiana è gestita da ENEL (AEEG 2007 A).
- Leader nell'eolico sono invece l'irlandese Trinergy (con una quota del 31%) e ancora ENEL (14%) ed Edison (12%), Fri-el 9,3% ed Endesa (5,5%) (Vestas 2007).
- Il settore delle biomasse/rifiuti è poco concentrato e i primi 3 operatori controllano solo il 20% del mercato. Grazie agli impianti cittadini di Brescia e Milano, leader nel settore della termovalorizzazione sono le ex-municipalizzate locali ASM Brescia e Amsa; segue ancora ENEL. Per quanto riguarda le biomasse di origine vegetale ed il biogas, tra i leader nazionali vi sono CGCP, con una capacità installata a biomasse vegetali di circa 80 MW e Asja.biz, che nel 2006 ha prodotto 180 GWh di elettricità tramite biogas.
- Il mercato della produzione energetica solare è più frammentato, in quanto è molto diffuso il fenomeno dell'autoconsumo; leader nazionale è ENEL, con una potenza fotovoltaica complessiva di 3,5 MW. Va rimarcato che, visti gli alti tassi di crescita di questo mercato, le graduatorie sono ancora poco definite.

BOX: La liberalizzazione del mercato elettrico

Nella seconda metà degli anni '90, una serie di disposizioni legislative ha rivoluzionato il mondo dell'energia elettrica. L'obiettivo principale della riforma, in parte di origine europea, era creare un mercato dei servizi pubblici concorrenziale, laddove erano presenti numerosi monopoli nazionali.

Lo strumento principale adottato è stato quello di separare (*unbundling*) le fasi della filiera potenzialmente concorrenziali (vendita, gestione del servizio, import, generazione) da quelle in monopolio naturale, o che non aveva senso duplicare (reti, infrastrutture). Queste ultime sono state regolamentate in modo da prevenirne un utilizzo distortivo che potesse danneggiare la concorrenza nei mercati a monte e a valle. In alcuni paesi, tra cui l'Italia, tali disposizioni sono state interpretate in maniera radicale, ed hanno comportato la privatizzazione di alcune società che operavano nelle fasi concorrenziali, e la dismissione di parte degli *assets* dell'ex "campione nazionale" ENEL.

Oltre l'*unbundling*, la Direttiva 92/92, recepita dal cosiddetto Decreto Bersani del 1999 ha disposto la liberalizzazione della produzione e delle importazioni, e la liberalizzazione graduale della domanda, completata nel luglio 2007.

²⁶ Abolizione delle imposizioni fiscali sul biodiesel per riscaldamento e incentivi fiscali per le miscele di combustibili da autotrazione.

Tra i 3 leader di mercato nelle rinnovabili italiane, solo Edison ha una presenza significativa in Puglia nell'ambito delle energie rinnovabili. Il riepilogo delle quote di mercato dei principali operatori nazionali nel 2006 è nella tabella 8.

Tabella 8 - Contributo dei principali operatori nazionali alla generazione rinnovabile, 2006

Operatore	Idroelettrico	Geotermoelettrico	Eolico	Biomasse, biogas e rifiuti
ENEL	50,7%	99,4%	12,5%	1,4%
Edison	7,8%		14,6%	0,7%
CVA	6,3%			
Endesa Italia	6,0%			
Edipower	4,9%			
Aem Milano	4,1%			
Trienergy			28,9%	
Asm Brescia	0,1%			11,0%
Iride	1,8%			
Electrabel	1,2%			
Amsa				6,2%
Altri operatori	16,9%	0,6%	44,0%	80,6%

Fonte: elaborazione ARTI su AEEG (2007 A)

Box: Imprese leader nella produzione di energie da fonte rinnovabile

Si sintetizzano i profili dei tre leader del mercato nazionale nella produzione da fonte rinnovabile (ENEL, Edison e CVA) e quello di Trinergy, il principale produttore italiano di elettricità da fonte eolica.

ENEL

ENEL opera nel settore della produzione, distribuzione e commercializzazione di gas ed elettricità. Nel 2006 ENEL ha registrato ricavi per 38,5 miliardi di euro. ENEL controlla circa 500 impianti idroelettrici in Italia (prevalentemente localizzati nel Nord) di cui 211 di medie-grandi dimensioni e il resto rappresentato da impianti mini-idroelettrici. ENEL gestisce 35 centrali geotermiche in Toscana che rappresentano quasi tutta l'energia geotermoelettrica nazionale. Nell'eolico, gestisce circa 20 parchi, principalmente localizzati in Sicilia e in Sardegna. ENEL è presente nel fotovoltaico con due importanti realizzazioni: l'impianto fotovoltaico di Serre Persano (SA), uno dei più grandi impianti al mondo in esercizio (3 MW), e l'impianto solare termico da 20 MW presso la centrale Archimede di Priolo (SR), progettato con ENEA. Nelle biomasse ENEL invece opera in Sardegna (CA) e intende convertire a biomasse l'esistente centrale termoelettrica di Mercure in Calabria. ENEL prevede di investire 4 miliardi di euro nei prossimi 5 anni in impianti a fonti rinnovabili.

Edison

Edison opera nella produzione e commercializzazione di gas ed elettricità; nel 2005 ha fatturato 6,6 miliardi di euro. La società è attualmente controllata pariteticamente dall'ex-municipalizzata Aem Milano e dal gruppo francese EDF. Edison dispone di numerose centrali idroelettriche in Piemonte, Lombardia, Trentino e Friuli. Secondo operatore nazionale con una capacità installata di 256 MW (15% del totale nazionale), nell'eolico dispone di 24 parchi di cui 8 in Puglia, tutti localizzati in provincia di Foggia, e gli altri situati in Abruzzo Campania, Molise, Basilicata, Toscana ed Emilia Romagna.

CVA

Compagnia Valdostana delle Acque nel 2005 è attiva nella produzione e vendita di elettricità; nel 2005 ha fatturato 130 milioni di euro. CVA opera esclusivamente in Val d'Aosta e tramite impianti idroelettrici.

Trinergy

Trinergy è una società irlandese, controllata dal fondo di investimento britannico Matrix, attiva nell'erogazione di servizi di carattere tecnico, commerciale e finanziario nel settore dell'energia elettrica da fonte rinnovabile. Nel 2004 ha fatturato 4,5 milioni di euro. In Italia, Trinergy è una realtà recente, consolidatasi dopo la fusione con IVPC, grazie alla quale ha raggiunto una capacità installata di circa 550 MW (in parte in fase di costruzione) tramite numerosi parchi eolici localizzati in Basilicata, Campania, Molise, Puglia, Sicilia e Sardegna. In Puglia Trinergy gestisce 4 parchi eolici precedentemente di proprietà dell'IPVC, tutti localizzati in provincia di Foggia (Anzano di Puglia, Monteleone di Puglia, Alberona e S. Agata di Puglia) per complessivi 85 MW.

3.2 L'efficienza energetica²⁷

Con il termine efficienza energetica qui si intendono tutte quelle azioni di programmazione, pianificazione, progettazione e realizzazione che hanno come obiettivo quello di consumare meno energia a parità di servizi offerti. Il tema riguarda due ambiti:

1. La produzione di elettricità e calore. Si tratta dell'utilizzo di impianti o tecnologie che, a parità di input di combustibile, forniscano un maggiore output di elettricità e/o calore (es. cicli combinati, cogenerazione etc.). Al tema si associa anche l'efficienza nel trasporto di energia, ovvero la riduzione delle perdite di elettricità e gas delle reti.
2. L'efficienza nei consumi finali. In essa si ricomprende innanzitutto l'efficienza nella mobilità di persone e prodotti, riducendo il consumo di combustibili nei trasporti a parità di servizio reso. Ci si riferisce, in secondo luogo, alla riduzione dei consumi energetici nello svolgimento delle attività produttive e in quelle civili, a parità di uso finale dell'energia. Generalmente si fa rientrare in questo ambito anche l'installazione di micro impianti rinnovabili finalizzati all'autoconsumo.

3.2.1 Il quadro nazionale dell'efficienza energetica

Nella UE-25 le perdite di trasformazione, sia nella produzione che nel trasporto di energia, hanno rappresentato circa il 29% dei consumi lordi di energia primaria del 2005, seguite dai consumi del domestico e terziario (27%), dei trasporti (20%) e dell'industria (18%)²⁸.

Secondo la Commissione Europea, al 2020 si potrebbero risparmiare in Europa 360 Mtep di energia tramite l'applicazione di opportune misure di efficienza energetica. L'area di maggior risparmio energetico potenziale è il settore domestico: di qui al 2020 tecnologie più efficienti nel condizionamento/riscaldamento degli edifici e negli elettrodomestici potrebbero far risparmiare all'UE-25 105 Mtep di energia primaria (Commissione Europea 2005).

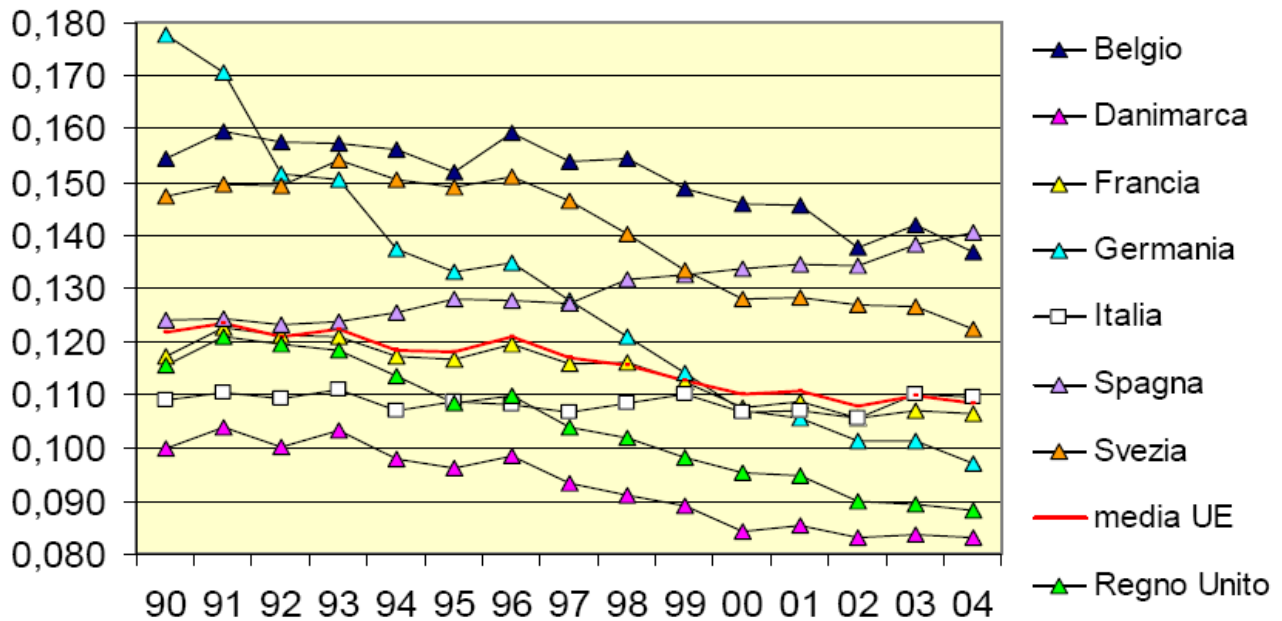
E' difficile misurare l'efficienza energetica di un'area geografica con un indicatore; il più utilizzato è quello dell'intensità energetica del PIL, ovvero il rapporto tra consumi di energia primaria e

²⁷ Riguardo l'efficienza energetica, siti di riferimento sono quello dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas, sul tema dei Decreti di Luglio 2004 (www.autorita.energia.it); il sito dell'Associazione Nazionale Costruttori Edili (www.ance.it) e dell'ENEA (www.enea.it) per quanto concerne l'edilizia; quello della Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia (www.fire-italia.it) e ancora dell'ENEA su temi tecnologici e di mercato.

²⁸ Il restante 6% degli usi finali è assorbito dagli usi non energetici.

Prodotto Interno Lordo. L'Italia è caratterizzata da una intensità energetica di circa 110 tep/1.000 € in linea con la media europea (ENEA 2007). Il confronto tra l'andamento di questo indicatore nei vari paesi UE evidenzia però che l'Italia non ha seguito il trend dei paesi europei più virtuosi. Tra il 1990 ed il 2004, infatti, l'intensità energetica italiana è rimasta sostanzialmente stabile mentre i 4 grandi paesi UE caratterizzati da climi freddi e da un'alta intensità energetica (Germania, Belgio, Svezia e Regno Unito) hanno ridotto la loro intensità energetica, rispettivamente, del 44%, dell'11%, del 19% e del 13% (fig. 16).

Figura 16 - Intensità energetica finale del PIL di alcuni paesi dell'UE (tep/1.000 €)



Fonte: ENEA (2007)

3.2.2 L'industria collegata all'efficienza energetica

I Decreti del luglio 2004 hanno disposto obblighi progressivi di risparmio energetico per il quinquennio 2005-2009. L'obbligo di risparmio è stato posto in capo ai distributori di gas ed elettricità con più di 100.000 utenti, in base al presupposto che queste aziende hanno un rapporto diretto con gli utenti e possono quindi intervenire sulle loro modalità di consumo. Per ottemperare all'obbligo i distributori possono: (i) intervenire direttamente; (ii) avvalersi di società controllate; (iii) acquistare titoli di efficienza energetica rilasciati dal Gestore del Mercato Elettrico alle ESCO.

Box: Le attività di ESCO

Tipicamente, una società di servizi energetici o ESCO (Energy Service Company) valuta la bolletta energetica di un cliente e misura il potenziale di risparmio e gli interventi necessari per ottenerlo. Se questo margine è sufficientemente ampio, la ESCO può realizzare i lavori, occuparsi della manutenzione e della gestione generale, direttamente o appaltando a sua volta tali attività, per tutta la durata del contratto. La formula di finanziamento può essere molto flessibile: i risparmi conseguiti e i rischi dell'investimento possono essere variamente ripartiti tra il cliente e la ESCO.

I vantaggi per il cliente sono legati alla riduzione dell'impegno finanziario, al contenimento dei rischi dell'investimento ed alla liberazione dalle problematiche connesse alla gestione. Gli aspetti critici risiedono, invece, nella complessità contrattuale e nella conseguente necessità di predisporre capitolati tecnico-economici adeguati. Le clausole contrattuali devono, infatti, garantire che l'intervento realizzato sia tecnicamente valido, anche tenendo conto dell'andamento del mercato dei vettori energetici e delle tecnologie, e garantisca un ritorno adeguato per la ESCO. Vi è, inoltre, una dimensione economica minima dell'intervento sotto la quale non ha senso ricorrere a tali operazioni: in genere, esse sono attivabili oltre i 50.000 euro.

Dal giugno 2006 al maggio 2007, l'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas ha certificato risparmi energetici pari a 611.000 tep, pari a quasi due volte l'obiettivo normativo. Circa il 46% di tutti gli interventi attivati dai Decreti del luglio 2004 sono stati conseguiti nelle regioni del Nord Italia, il 37% nelle regioni del Centro e il 27% al Sud. Il 66% dei risparmi sono stati determinati da interventi sugli usi elettrici del settore civile (sostituzione di lampadine ed elettrodomestici con modelli a basso consumo, ecc.), il 16% dalla riduzione dei fabbisogni termici nel settore civile (sostituzione di caldaie e scaldabagno con modelli ad alto rendimento, interventi sull'involucro edilizio, ecc.), il 12% dal miglioramento dell'efficienza nell'illuminazione pubblica, l'11% da interventi su sistemi di produzione e distribuzione di energia in ambito civile (pannelli fotovoltaici, impianto di cogenerazione, sistemi di teleriscaldamento, ecc.) ed il 6% da interventi di varia natura nel settore industriale (AEEG 2007 B).

Vi sono due principali categorie di soggetti che hanno promosso iniziative di risparmio energetico nel contesto dei citati Decreti sull'efficienza: le ESCO e i grandi distributori di energia elettrica e gas. In particolare:

- buona parte dei distributori che hanno avviato interventi in efficienza è controllato da *utility* nazionali di grandi (ENEL ed ENI) e medie dimensioni (le grandi ex-municipalizzate come Aem Milano, Iride, Hera, Acea, Enìa, Acegas-Aps). Alcuni di questi soggetti non avevano esperienze nel risparmio energetico prima del 2005; hanno invece una presenza storica nel settore dei servizi energetici sia ENEL (con ENEL.Si), sia alcune grandi ex-municipalizzate del Centro-nord, come Iride (che si è occupata della gestione e il rinnovamento dei 700 edifici del Comune di Torino) e Aem Milano (tramite Casa Energia). Tra i 30 distributori (22 distributori di gas naturale e 8 distributori di elettricità) obbligati ad interventi di efficienza energetica, solo uno, l'Amgas Bari, ha sede in Puglia.
- Al maggio 2007 le ESCO accreditate dall'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas erano 919, di cui 134 hanno ottenuto titoli di efficienza energetica. Tra queste ultime, 62 sono localizzate a Nord, 44 al Centro e 28 al Sud (AEEG 2007 B). Leader di mercato in Italia sono grandi operatori europei che, tramite un significativo processo di acquisizioni, hanno raggiunto una posizione di leadership sia in termini di fatturato che di clienti. Player di riferimento sono Dalkia, una joint venture tra le francesi Veolia e Edf, Cofathec, del colosso francese Gaz de France, e Elyo Italia, controllata dalla multinazionale francese Suez e da Erg.

Oltre che dai Decreti del luglio 2004, le iniziative di efficienza energetica sono incentivate dalla Direttiva europea 2002/91 (recepita in Italia dai Decreti 192/2005 e 311/2006) che impone, dal 2007, la certificazione energetica nelle nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni, e, dal luglio 2009, in tutti gli edifici. Anche la finanziaria 2007 ha introdotto misure di promozione dell'efficienza energetica degli edifici e del settore industriale. In questo ambito, un ruolo importante hanno le imprese edili, le ESCO e le aziende che si occupano di *facility management*.

Le tipologie di imprese citate non utilizzano, nella grande maggioranza dei casi, tecnologie proprietarie. Il *know-how* di tali imprese risiede, infatti, nella capacità di misurazione dei consumi energetici e nella definizione delle aree di risparmio ottimali, nella conoscenza delle nuove pratiche e tecnologie disponibili, nella finanziabilità dei propri progetti.

Le filiere delle tecnologie per la riduzione dei consumi finali di energia sono numerose ed eterogenee: dalle lampadine ad alta efficienza ai sistemi per il recupero dell'energia dissipata a terra nelle ore notturne, dai motori elettrici ad alta efficienza al *car-sharing*, dai sistemi di cogenerazione e trigenerazione ai nuovi materiali edilizi.

Nel settore produttivo, le principali aree di efficienza sono oggi legate alla razionalizzazione dei processi produttivi, ai motori elettrici e all'utilizzo di sistemi di cogenerazione. Nel settore civile, le aree dove il tema dell'efficienza energetica è più importante sono i sistemi di riscaldamento e condizionamento, gli interventi sulle strutture edilizie, i sistemi di illuminazione interna ed esterna, gli elettrodomestici. Per quanto riguarda, in particolare, i risparmi di elettricità, nel settore residenziale hanno un ruolo primario gli elettrodomestici "bianchi" e i sistemi di illuminazione, in quanto le due aree assorbono oltre il 70% dei consumi domestici tipo. Nella tabella 9 sono indicati i potenziali di risparmio elettrico in Italia tra il 2007 ed il 2020 per ciascun settore (Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano 2007).

Tabella 9 - Potenziale tecnico di risparmio di energia elettrica al 2020 in Italia per uso finale

(TWh/anno)	Residenziale	Terziario Commercio	Terziario Pubblico	Industriale	Totale
Illuminazione	4,5	20,7	4,7	15,5	45,4
Motori Elettrici	1,1	10,7	1	26,6	39,4
Elettrodomestici	7,5	0	0	0	7,5
Altro	0	5,9	1,6	3,2	10,7
Totale	13,1	37,3	7,3	45,3	103

Fonte: elaborazione ARTI su Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano (2007)

Box: Imprese leader nella filiera del risparmio energetico

Si sintetizzano ora i profili di due leader di mercato nel settore degli elettrodomestici e dell'illuminazione che hanno importanti stabilimenti produttivi in Italia, Electrolux e Siemens, e uno dei principali leader europei e italiani nei servizi energetici: Cofatech.

Siemens

Nel campo dell'efficienza degli usi finali dell'energia, Siemens opera soprattutto tramite la *business-unit* Building Technologies, che si occupa di automazione, controllo e sicurezza degli edifici, e tramite la controllata Osram, che si occupa di illuminazione. Siemens Building Technologies offre anche servizi di progettazione, fornitura e installazione che, attraverso il rinnovamento impiantistico e la riqualificazione dei servizi, ottimizzano l'efficienza energetica degli edifici, nelle applicazioni industriali e nei trasporti. In Italia, Building Technologies ha registrato un fatturato 2003 di 111 milioni di euro, dispone di 21 filiali (di cui una a Bari) e un centro di ricerca, localizzato a Milano, che si occupa però di sistemi di sicurezza. Osram è uno dei due principali produttori mondiali di illuminazione, ha un fatturato globale di circa 4,3 miliardi di euro, distribuisce i suoi prodotti in 150 paesi e dispone di 49 siti produttivi in 19 paesi. In Italia Osram ha due unità di produzione di lampade a fluorescenza, uno a Modugno (BA) e uno a Treviso.

Electrolux

Il gruppo svedese controlla circa il 19% del mercato degli elettrodomestici europeo e il 23% del mercato statunitense.

In Italia opera tramite numerosi marchi, tra cui AEG, Rex, Zoppas e Zanussi. Nel 2006 Electrolux ha fatturato circa 11,2 miliardi di euro, di cui circa 540 milioni di euro in Italia. In Italia Electrolux ha 8.102 dipendenti; nel Paese è concentrata il 40% della sua produzione europea di elettrodomestici. I siti produttivi di Electrolux sono localizzati a Porcia (PN), Susegana (TV), Solaro (MI), Forlì (FC) e Firenze. In tutte queste sedi sono presenti team di progettazione per la ricerca e lo sviluppo del prodotto. Inoltre a Porcia è ubicato il Core Technology and Innovation, centro di ricerca per l'intero gruppo, e l'Industrial Design Center. Electrolux dichiara di prestare molta attenzione al tema del risparmio energetico: l'80% dei suoi elettrodomestici sono raccomandati dal WWF e, nel 2007, ha ricevuto dalla Commissione Europea il Sustainable Energy Award per la riduzione dei consumi energetici.

Cofathec

Cofathec, del gruppo Gaz de France, è uno dei leader europei nel *facility management* e nella fornitura di servizi energetici (in particolare erogazione di calore, climatizzazione, realizzazione, manutenzione e gestione di centrali e impianti termici). Nel 2005 il gruppo Cofathec ha registrato un giro d'affari di 1,4 miliardi di euro e circa 8.000 collaboratori; nel 2005 in Italia ha realizzato ricavi per circa 500 milioni di euro grazie a 2.250 collaboratori. In Italia Cofathec è presente con 5 società: Cofathec Servizi, che si occupa di gestione calore e *facility management* a clienti di grandi dimensioni (realità industriali, ospedali e amministrazioni locali); SI Servizi Cofathec orientata alla fornitura di servizi energetici in ambito residenziale; Sinergie per la gestione dei servizi energetici, del *facility management* e dell'illuminazione pubblica; Cofathec Reti Calore specializzata in impianti di teleriscaldamento; Artemide Energia per la progettazione, realizzazione e gestione di impianti di teleriscaldamento alimentati a biomasse. A parte Cofatech servizi, le cui sedi sono dislocate sull'intero territorio nazionale, il gruppo francese è presente esclusivamente nel Centro-nord Italia. In Puglia, sono presenti 3 sedi di Cofatech servizi (a Bari, Foggia e Lecce); la società ha recentemente sottoscritto un contratto per la manutenzione, accoglienza e supporto con la Regione Puglia.

Box: Iniziative innovative nell'ambito del sostegno al risparmio energetico

Parte delle iniziative più innovative per il sostegno al risparmio energetico sono oggi promosse dalle Regioni e dagli Enti locali. Non irrilevante il contributo di alcune aziende che, nell'ambito degli obblighi introdotti dai Decreti sull'efficienza del luglio 2004, hanno avviato alcune azioni dimostrative. Alcune delle iniziative sull'efficienza energetica si accompagnano a misure sulle rinnovabili di piccola taglia: in particolare il solare, sia termico che fotovoltaico, risulta una soluzione molto adottata per la riduzione dei consumi domestici.

Il progetto di certificazione energetica Casa Clima – Trentino Alto Adige

La Provincia di Bolzano, con il progetto Casa Clima, ha anticipato i tempi della Direttiva 02/91 sul rendimento energetico degli edifici, predisponendo la prima certificazione degli edifici a basso consumo energetico in Italia. Sull'esempio della classificazione degli elettrodomestici, è stato applicato il metodo delle lettere e dei colori per indicare i bilanci energetici delle abitazioni. Le classi ammesse sono le seguenti: classe C, quando l'indice termico è inferiore ai 70 kWh/m² l'anno, classe B, quando l'indice termico è inferiore ai 50 kWh/m² l'anno, classe A, quando l'indice termico è inferiore ai 30 kWh/m² l'anno, classe Gold (casa passiva) quando l'indice termico non supera i 10 kWh/m² l'anno. Sul certificato sono inoltre inserite tutte le informazioni energetiche necessarie per individuare i punti critici dell'abitazione nel caso di ulteriori interventi di miglioramento dell'efficienza. Dal 2005, Bolzano è divenuto il primo Comune in Italia ad aver introdotto l'obbligo della certificazione (volontaria nel resto della Provincia) ed ha anche prescritto lo standard energetico per tutto il territorio, cioè almeno lo standard C (IISolea360gradi 2007).

Laboratorio didattico sperimentale – Valle d'Aosta

Con la partecipazione di Deval (società di distribuzione elettrica partecipata al 51% da ENEL e al 49% dalla Regione), la Valle d'Aosta ha l'obiettivo di realizzare un laboratorio didattico sperimentale per promuovere la diffusione di una cultura energetico-ambientale consapevole e per la creazione di nuove professionalità sui temi delle rinnovabili e dell'efficienza energetica. Il laboratorio sarà realizzato presso l'Istituto di formazione tecnica e industriale di Verrei. La struttura verrà dotata di impianti solari termici e fotovoltaici e di un generatore eolico che, oltre ad alimentare il

fabbisogno energetico dell'istituto, saranno oggetto di studio, permettendo a docenti e studenti di avviare specifici percorsi didattici. La centralina di controllo sarà ospitata in un'aula attrezzata per consentire lo studio dei dati di funzionamento dei sistemi e sarà aperta al pubblico, che potrà valutare funzionamento e validità delle tecnologie (IISolea360gradi 2007).

Impianti fotovoltaici per l'edilizia popolare - Lombardia

Il Comune di Brescia ha avviato un programma per l'installazione di impianti fotovoltaici sugli insediamenti di edilizia popolare, che si inserisce nel piano energetico comunale che prevede la realizzazione sul territorio di circa 1 MW entro il 2010. Nel progetto è prevista l'installazione di 333 impianti, 304 dei quali sulle singole unità abitative ed i restanti 29 a servizio delle utenze comuni degli edifici condominiali, per una potenza complessiva di 723 kW e una produzione annua di 750 MWh. Ogni abitazione sarà dotata di un impianto da 1,3 kW in grado di produrre 1.300 kWh l'anno, pari a circa il 43% dei consumi di una famiglia media. Il completamento del progetto è previsto entro la fine del 2007. Il progetto è stato finanziato per 2,8 milioni di euro dal Comune di Brescia mediante i proventi della terza linea del termovalorizzatore locale e per 420.000 euro da Asm Brescia, che beneficerà dei titoli di efficienza energetica associati all'iniziativa. Gli acquirenti degli edifici partecipano al progetto sostenendo i costi di progettazione e installazione degli impianti con un costo variabile tra i 22 euro ed i 32 euro per m² di superficie dell'abitazione (IISolea360gradi 2007).

Programma regionale di sostegno del solare termico - Toscana

Nel 2007 la Regione Toscana ha stanziato 750.000 euro (il doppio rispetto al 2006) per la diffusione dell'energia solare per il riscaldamento domestico. Le somme erogate serviranno a coprire il 20% delle spese sostenute dagli utenti per impianti di importo massimo di 5.000 euro. E' inoltre disponibile presso Fidi Toscana un Fondo di garanzia che prevede mutui garantiti dalla Regione a tassi agevolati fino a 40.000 euro per interventi nel solare termico. Infine, in base alla Legge regionale n. 39, gli impianti a solare termico dovranno obbligatoriamente coprire fino al 50% il fabbisogno di acqua calda sanitaria delle nuove costruzioni, e in caso di ristrutturazione urbanistica. Tali provvedimenti sono incrementali rispetto ai sistemi di incentivazione statale. La Giunta regionale ha inoltre stabilito che i risparmi energetici conseguiti negli anni 2005-2006 grazie alla promozione degli impianti solari termici, vengano tradotti in titoli di efficienza energetica attraverso un soggetto accreditato dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (IISolea360gradi 2007).

Intesa tra Comune e istituto bancario per finanziamenti agevolati all'efficienza energetica - Lombardia

Nel Dicembre 2006 il Comune di Vimercate ha firmato un protocollo di intesa con la Banca Popolare di Bergamo nell'ambito del "Progetto Città mia: Investire nell'ambiente conviene". Scopo del protocollo d'intesa è formulare alla cittadinanza una proposta articolata di azioni per conseguire una migliore efficienza energetica nel territorio comunale e una correlata proposta di strumenti di finanziamento a condizioni preferenziali. Le azioni che Comune e Banca Popolare di Bergamo ritengono di proporre sono le seguenti: promozione delle fonti energetiche rinnovabili, miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti negli edifici e contenimento dell'impatto ambientale dei veicoli. A titolo esemplificativo, potranno essere erogati finanziamenti a tasso agevolato a amministrazioni condominiali o privati per la riqualificazione degli impianti termici obsoleti o l'installazione di nuovi pannelli solari (IISolea360gradi 2007).

*3.3 La ricerca sull'efficienza energetica e le rinnovabili*²⁹

Obiettivo del paragrafo è fornire il profilo dei principali attori e delle principali iniziative in corso sulla ricerca su efficienza energetica e rinnovabili.

3.3.1 La ricerca pubblica

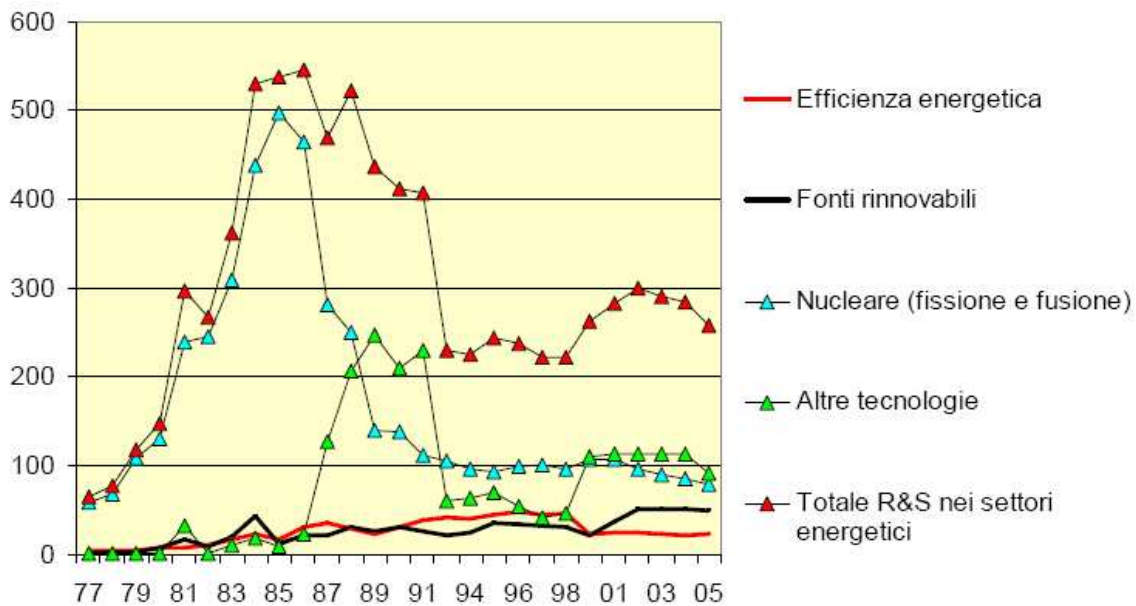
Negli ultimi 20 anni, la ricerca pubblica in ambito energetico ha vissuto un trend negativo sia a livello internazionale che a livello nazionale. Il trend negativo mondiale, iniziato con l'esaurirsi delle crisi petrolifere degli anni '70, si è attenuato negli ultimi anni grazie alla ripresa degli investimenti di Stati Uniti e Giappone, che rappresentano oltre il 70% delle spese in ricerca dei 27 maggiori paesi dell'OCSE. In Europa, invece, i crescenti investimenti in R&S sostenuti dalla Commissione Europea non sono riusciti a compensare le tendenze negative evidenziate a livello nazionale dalle quattro più importanti economie dell'area (Francia, Germania, Italia e Regno Unito) (ENEA 2007).

Secondo i dati dell'Associazione italiana per la Ricerca Industriale (AIRI), nel 2005 per la voce "energia" in Italia sono stati stanziati dal pubblico circa 310 milioni di euro, equivalenti al 4,1% degli investimenti pubblici in ricerca e sviluppo (AIRI 2006). Secondo ENEA, che considera solo la spesa del governo italiano, nel 2005 sono stati spesi circa 250 milioni di euro per la ricerca sull'energia, di cui circa 15 milioni di euro per progetti di efficienza energetica e circa 50 milioni di euro per le fonti rinnovabili (ENEA 2007).

La figura 17 mostra il calo della spesa pubblica italiana nella ricerca e sviluppo in campo energetico a partire dal 1985. Nel 2005 il livello della spesa si è ridotto a meno della metà del 1985, a causa soprattutto della riduzione della R&S sul nucleare e le tecnologie orizzontali. In controtendenza, la ricerca pubblica sulle tecnologie rinnovabili è cresciuta e oggi rappresenta la principale voce di spesa all'interno del settore energetico.

²⁹ Sul tema della ricerca, i siti in cui sono contenute le principali statistiche nazionali sono il sito dell'Istat, www.istat.it, quello dell'Associazione per la ricerca industriale (AIRI) www.airi.it/2005/index.php e il sito www.ricercaitaliana.it, promosso dal Ministero dell'Università e della Ricerca, enti di Ricerca e Università. Ricco di documenti sulla ricerca in ambito energetico è il sito dell'ENEA, www.enea.it.

Figura 17 - Le spese governative in R&S in campo energetico in Italia per settori (milioni di euro)



Fonte: ENEA (2007)

Il Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR), gestisce gran parte dei fondi governativi per la ricerca, ma nel campo energetico hanno un ruolo importante anche il Ministero per lo Sviluppo Economico e quello dell'Ambiente. Ulteriori fondi pubblici per il sostegno alla ricerca in ambito energetico provengono:

- dall'Unione Europea, sia nell'ambito della realizzazione dei Programmi Quadro comunitari, sia attraverso i Fondi Strutturali (Programmi Operativi Nazionali e Regionali);
- dalle Regioni, finalizzati a realizzare strategie di innovazione dei sistemi locali;
- da un'apposita voce della tariffa elettrica. In passato tali fondi erano utilizzati per finanziare la ricerca del monopolista ENEL, in un secondo momento sono stati destinati al CESI; oggi sono accessibili a tutti gli operatori del settore attraverso un sistema di bandi, e sono indirizzati verso la cosiddetta "ricerca di sistema".

I fondi pubblici vengono erogati per sostenere sia le istituzioni pubbliche deputate alla ricerca (Università ed enti pubblici di ricerca), sia i soggetti privati che realizzano progetti di ricerca di interesse generale.

Nel 2005 le Università hanno assorbito circa un terzo della spesa in R&S nazionale, per un valore di circa 4,7 miliardi di euro (AIRI 2006). Il contributo delle Università italiane allo sviluppo di nuove tecnologie o processi nell'ambito delle energie rinnovabili e del risparmio energetico proviene da ambiti tematici diversi (meccanica, elettronica, economia etc.). Numerose Università italiane dispongono di dipartimenti o centri specializzati nel settore energetico. Tra i primi vi è il dipartimento di Ingegneria Nucleare e Conversioni di Energia dell'Università La Sapienza di Roma, il CREA dell'Università del Salento ed il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano. Tra i centri vi sono il CREAM dell'Università degli Studi di Firenze, lo IEFE dell'Università Bocconi di Milano, il Centro Studi G. Levi di Economia e Tecnica dell'Energia dell'Università di Padova, e il LENA dell'Università di Pavia.

Box: Centri universitari che si occupano di ricerca sul tema energetico

Centro Interdipendente per le Energie Alternative e Rinnovabili (CREAR) dell'Università degli Studi di Firenze

Il CREAR promuove attività di ricerca interdisciplinare e programmi di formazione (anche tramite un master) nel settore delle energie rinnovabili. Il centro fa ricerca su aspetti ingegneristici, chimici, agrari - forestali e geologici, collaborando con i relativi dipartimenti dell'Università di Firenze. Si avvale di 26 membri appartenenti a 6 dipartimenti. I campi di interesse che impegnano attualmente il Centro sono prevalentemente sullo studio della conversione energetica della biomassa e, secondariamente, il raffrescamento solare. Tra i progetti attivati più di recente vi sono Life-Voice e Bio-Mgt, entrambi relativi alla conversione energetica della biomassa. Una sintesi del primo progetto, relativo ai biocombustibili, è nel secondo capitolo; Bio-Mgt riguarda invece l'uso di aria come *working fluid* in turbine di impianti a biomasse.

Laboratorio di Energia Nucleare Applicata (LENA) dell'Università di Pavia

Nel LENA è installato ed è operativo il reattore nucleare di ricerca Triga Lark II da 250 kW. Il reattore è utilizzato per lo svolgimento delle attività di ricerca dei dipartimenti di Chimica Generale, Fisica Nucleare e Teorica, dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Il LENA ha inoltre sviluppato autonomamente tecniche di indagini sui materiali, rilascia certificazioni nel campo della radioattività ambientale ed esegue prestazioni esterne nel campo della radioprotezione. Le principali attività di ricerca del LENA riguardano attualmente i seguenti ambiti: terapia oncologica e sperimentale per il trattamento di tumori epatici, comportamento di strati sottili di americio per la realizzazione di un motore spaziale di nuova concezione, misure di radioattività in campioni ambientali, alimentari o provini industriali, alterazioni della struttura reticolare e delle caratteristiche dei materiali soggetti ad irraggiamento, lo studio e la messa a punto di un sistema mobile per l'individuazione di esplosivi nascosti.

Istituto di Economia delle Fonti di Energia (IEFE) dell'Università Bocconi di Milano

Lo IEFE è nato nel 1957 e si occupa di ricerca in materia di economia e politica sui temi dell'energia e dell'ambiente sfruttando il suo costante rapporto con gli attori istituzionali ed economici. L'istituto è composto da un Comitato Direttivo, da un Comitato Esecutivo, da un Comitato Scientifico e dall'Assemblea degli Associati, che rappresenta le principali aziende energetiche operanti in Italia. Il Piano di ricerca triennale dello IEFE per il periodo 2007-2009 ha identificato quattro tematiche di interesse: (i) la sicurezza dell'approvvigionamento nell'Unione Europea e la questione della dipendenza energetica; (ii) l'integrazione e l'evoluzione dei mercati europei dell'elettricità e del gas; (iii) la politica ambientale e i settori energetici; (iv) il ruolo della regolamentazione nei settori a rete. Nell'ambito delle rinnovabili, la ricerca IEFE nel prossimo triennio si focalizzerà sulla comprensione del funzionamento dei diversi strumenti di sostegno pubblico e sull'analisi dei rapporti tra politica ambientale e politica energetica.

Centro Studi G. Levi di Economia e Tecnica dell'Energia dell'Università di Padova

Il Centro nasce con lo scopo di promuovere e diffondere gli studi sugli aspetti tecnici ed economici della produzione, trasporto, trasformazione ed utilizzazione delle varie forme d'energia. Ha sede presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica Esso della Facoltà d'Ingegneria dell'Università di Padova. Attualmente il centro si sta occupando soprattutto di generazione distribuita. Nel 2007 il Centro Studi G. Levi, nell'ambito del suo Osservatorio Energia, ha organizzato convegni sui seguenti temi: gli investimenti nella rete elettrica di distribuzione in presenza di una elevata penetrazione della generazione distribuita; il ruolo delle bioenergie e degli oli vegetali nel sistema energetico veneto; gli investimenti nel fotovoltaico e nel solare termico; la certificazione energetica degli edifici e regolamenti edilizi.

Nel 2005 gli enti pubblici hanno assorbito circa il 17% della spesa in R&S italiana complessiva, pari a circa 2,2 miliardi di euro (AIRI 2006). In ambito energetico, oltre che dal già citato CESI Ricerca, una parte importante dei fondi pubblici viene gestita dall'ENEA e dai diversi istituti del CNR. La ricerca pubblica o pubblico-privata viene condotta anche in numerosi centri di competenza su specifiche tematiche, spesso finanziati con fondi europei o regionali. Tra questi si vi è, ad

esempio, il Centro di eccellenza per le bioenergia della Basilicata, il Centro di nanotecnologie di Lecce o il Centro di competenza sui nuovi materiali di Napoli e Salerno.

Box: Enti pubblici che si occupano di ricerca sul tema energetico

ENEA

ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, per l'Energia e l'Ambiente) è un ente pubblico che si occupa di ricerca di base e applicata nei campi dell'energia e dell'ambiente. Nel 2004 ENEA ha speso per R&S in ambito energetico 108 milioni di euro, di cui 23 milioni di euro per le rinnovabili e 13 milioni per risparmio ed efficienza. Le negative tendenze della R&S nazionale trovano conferma nell'andamento della spesa ENEA, ridotta di circa l'80% tra il 1990 ed il 2004. Il peso della ricerca in efficienza energetica e rinnovabili è passato tuttavia dal 15% del 1990 al 33% del 2004, settore dell'aumento relativo dell'importanza di questi temi nella ricerca ENEA. L'ente opera tramite undici centri di ricerca, 5 sedi distaccate e 13 centri di consulenza energetica integrata (CCEI). In Puglia operano un CCEI (a Bari) e due centri di ricerca: Centro Ricerche Monte Aquilone (FG) e Centro Ricerche Brindisi.

CNR

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) è un ente pubblico con il compito di svolgere e trasferire attività di ricerca in numerosi ambiti, tra cui anche quello energetico. Il CNR opera tramite numerosi dipartimenti, di questi il Dipartimento Energia e Trasporti è specificatamente indirizzato verso il settore energia. Le risorse finanziarie impiegate da tale dipartimento nel 2006 sono ammontate a 55 milioni di euro; è previsto che tale valore si attesti a 46 milioni di euro nel 2007 e a 47 milioni di euro nel 2008. Il Dipartimento Energia e Trasporti è strutturato in 6 istituti: Istituto per l'energetica e le interfasi, con sede a Genova, Milano e Pavia e sede distaccata a Lecco; Istituto di tecnologie avanzate per l'energia, con sede in provincia di Messina; Istituto motori, con sede a Napoli; Istituto di ricerche sulla combustione, con sede a Napoli; Istituto gas ionizzati, con sede a Padova; Istituto di fisica del plasma, con sede a Milano. In Puglia non è presente alcun istituto di ricerca CNR focalizzato sull'energia; l'IMM di Lecce si sta tuttavia occupando anche di nuovi materiali applicati al settore dell'energia solare.

CESI Ricerca

CESI Ricerca è stata costituita alla fine del 2005, concentrando tutte le risorse, 400 tra ricercatori e tecnici, che nella vecchia CESI si occupavano di R&S. La sua mission è sviluppare, con approccio applicativo e di sistema, progetti di ricerca di interesse generale per il sistema elettrico nazionale. CESI Ricerca è a maggioranza pubblica (51% ENEA); il 49% è controllato da CESI (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano Giacinto Motta) che, a sua volta, è di proprietà dei grandi operatori del settore elettrico italiano: ENEL, Terna, Edipower, ABB, Ansaldo, Siemens, Endesa, etc. La sede centrale di CESI Ricerca è a Milano; altre sedi sono localizzate a Piacenza, Seriate (BG), Brugherio (MI) e Portici (NA).

3.3.2 La ricerca privata

Nel 2006, la ricerca privata su "estrazione di materiali e produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua" ha impiegato 77 milioni di euro e circa 360 unità di personale addetto (AIRI 2006). Tale valore sottostima notevolmente gli investimenti privati in R&S nel settore delle rinnovabili e dell'efficienza energetica, in quanto andrebbero aggiunte parte delle risorse imputate alla R&S nel settore manifatturiero³⁰ e delle costruzioni.

³⁰ In particolare, alle voci "fabbricazione macchine e apparecchi meccanici", "fabbricazione di prodotti in metallo", "fabbricazione macchine e apparecchi elettrici".

In ambito tecnologico, la ricerca privata viene prevalentemente svolta da divisioni o unità specializzate di grandi imprese industriali. La Fondazione CRUI³¹ ha censito 50 grandi imprese che investono in ricerca e sviluppo tecnologico in Italia; tra queste ve ne sono 5 operanti anche nel settore energetico: Ansaldo, ENI, Edison, Pirelli e Siemens.

Esistono poi numerosi centri di ricerca privati che si occupano di energia in ambito economico-finanziario. Tra questi, vi sono società focalizzate sulla ricerca e la consulenza, come AIEE, Nomisma o Ref., i centri studi bancari (come il servizio studi e ricerche di Intesa SanPaolo e l'uffici studi di Mediobanca) e quelli delle associazioni di categoria (Anigas, Assolettrica, Confindustria etc.).

Box: Le attività di ricerca di grandi imprese in Italia

ENEL

Buona parte dei progetti di ricerca ENEL sono svolti in collaborazione con altri enti nazionali ed internazionali. In collaborazione con MIT, ENEL sta conducendo studi e sperimentazione di nuove celle fotovoltaiche attive con materiali alternativi al silicio. ENEL svolge ricerca anche autonomamente, dalle fasi di laboratorio e prototipizzazione, fino ad arrivare all'applicazione industriale. Per fare ciò il gruppo si è dotato di una rete di centri di ricerca, laboratori e stazioni sperimentali:

- l'area sperimentale di Livorno è dotata di impianti di prova di piccola e media taglia dedicati allo studio ed ai test su aerodinamica di fiamme, combustione e trattamento fumi;
- a Radicondoli (SI) è collocata una stazione di prova per combustori turbogas alimentati con combustibili tradizionali ed alternativi (gas di sintesi, idrogeno e biocombustibili);
- altre stazioni sperimentali sono quelle di Santa Gilla (CA) e Marghera (VE), dove vengono principalmente studiati e messi a punto sistemi di combustione puliti e sistemi di trattamento dei fumi;
- a Catania, è stato recentemente riattivato un centro di ricerca sul solare;
- nei laboratori di Pisa e Brindisi vengono testati e caratterizzati i combustibili utilizzati da ENEL e tutti gli effluenti solidi, liquidi e gassosi; in particolare si trattano i microinquinanti organici ed inorganici e si studiano i processi di base, di formazione e di abbattimento. In particolare, a Brindisi sono impiegate 40 unità di ricerca, focalizzate attualmente sul tema della cattura della CO₂.

ENEL ha recentemente attivato un ambizioso Piano di Innovazione Ambientale (2007–2011) per un investimento di circa 4 miliardi di euro. Il Piano ha come obiettivo lo sviluppo di innovativi impianti "zero emission", l'idrogeno, alcune fonti rinnovabili con particolare riguardo al solare termodinamico e fotovoltaico innovativo, la cogenerazione, la generazione distribuita e l'efficienza energetica.

ENI

ENI è attiva in tutti gli stadi dell'innovazione: dagli studi di scenario fino alla ricerca applicata. Tali attività sono attuate innanzitutto mediante una rete estesa di collaborazioni con le comunità scientifiche nazionali e internazionali e con centri di eccellenza tecnologica. In particolare, ENI collabora con il Ministero dell'Università e della Ricerca, con l'Unione Europea, con il CNR e con numerose Università e Istituti di Ricerca internazionali. Il punto di contatto di ENI con il mondo accademico è ENI Corporate University, che svolge anche direttamente attività di ricerca e formazione post-universitaria in ambito economico. Tramite la Fondazione Enrico Mattei, ENI conduce invece ricerche sui temi delle politiche energetiche e dei modelli climatici, sugli indicatori di sostenibilità e sulla valutazione

³¹ Nata nel 2001 come strumento operativo della Conferenza dei Rettori delle Università Italiane, la Fondazione CRUI si occupa del coordinamento e della valorizzazione delle attività degli atenei su temi quali il diritto allo studio, la mobilità studentesca, la promozione di *stage*, lo sviluppo dell'ICT, il rafforzamento dei legami con il territorio. L'elenco delle grandi imprese che si occupano di R&S si trova sul sito www.fondazionecru.it/eracareers/italy/grandi_impresa.htm.

ambientale, sulla conoscenza tecnologica e i mercati energetici internazionali. Fondazione Enrico Mattei ha sede a Milano, Roma, Torino, Venezia e Genova. La ricerca in ambito tecnologico è svolta direttamente dalle principali divisioni di ENI. Dal 2006, infatti, il dipartimento Research è stato integrato nelle divisioni Exploration and Production e Downstream and Marketing. Tra il 2002 ed il 2005 ENI ha impiegato 874 milioni di euro in ricerca applicata, valore che incrementerà a 1,04 miliardi di euro tra il 2006 ed il 2009 (+20%). La ricerca di ENI è prevalentemente diretta verso tecnologie per l'estrazione ed il trasporto di idrocarburi. Nell'ambito dell'efficienza energetica e delle tecnologie alternative, la ricerca ENI è concentrata sui carburanti puliti e sull'idrogeno. Le principali sedi ENI sono situate a Roma e San Donato (MI).

Edison

Edison, secondo operatore elettrico nazionale, dispone di un unico centro di ricerche, localizzato a Trofarello (Torino). Edison è impegnata principalmente in due progetti di R&S: (i) superconduttività, in collaborazione con il CNR Ieni di Lecco; (ii) fotovoltaico innovativo. In questo secondo ambito, nel 2005, in collaborazione con i Dipartimenti di Fisica delle Università di Parma e Ferrara, sono stati sviluppati dei prototipi di celle solari multi-giunzione e di sistemi fotovoltaici a concentrazione basati sulla separazione spettrale del fascio solare concentrato. Con ENEA è stato attivato un accordo per lo sviluppo congiunto di un particolare radiometro utile per lo studio di questi sistemi fotovoltaici particolarmente performanti.

Siemens

Siemens è uno dei maggiori investitori in ricerca e sviluppo mondiali nel settore dell'elettronica e nell'ingegneria elettrica. Nel 2006, Siemens ha destinato 5,6 miliardi di euro in R&S; di questi, 500 milioni di euro sono stati dedicati al settore Power Generation. In Italia Siemens conta circa 2.000 ricercatori, distribuiti in otto centri di ricerca. La ricerca nazionale di Siemens è focalizzata sulle telecomunicazioni fisse e mobili, i servizi IT, l'automazione industriale, l'automotive e l'illuminazione. Nell'ambito energetico, in Italia Siemens conduce ricerca esclusivamente sul tema del risparmio energetico, tramite la controllata Osram. Sul territorio italiano vi sono due siti Osram che si occupano di produzione e di ricerca su alimentatori elettronici, moduli LED e lampade fluorescenti, uno localizzato a Treviso e l'altro a Bari.

Ansaldo

Ansaldo fa parte del gruppo Finmeccanica, che nel 2006 ha investito 1,6 miliardi di euro in attività di R&S, e contava circa 3.100 ricercatori. Ansaldo Ricerca SpA è la società del gruppo che si occupa di ricerca e ingegneria nel campo energetico, ed in particolare tecnologie legate a nucleare, produzione di idrogeno da combustibili fossili e rinnovabili, sistemi elettronici e di controllo, sistemi innovativi di combustione. Ansaldo Ricerche ha sede a Genova e Napoli.

Pirelli

La divisione addetta all'innovazione in Pirelli è Pirelli Labs, centro di ricerca al servizio di tutti i business del gruppo. Pirelli Labs dispone di circa 150 ricercatori e di numerosi laboratori concentrati nell'area Milano Bicocca. Pirelli Labs ha collaborato anche con CNR e ENEA e sebbene non sia il suo *core-business*, fa ricerca anche nei campi delle fonti energetiche rinnovabili e delle tecnologie per lo sviluppo sostenibile.

BIBLIOGRAFIA

AEEG (2007 A), *Relazione Annuale sullo Stato dei Servizi e sull'Attività Svolta 2007* (www.autorita.energia.it/relaz_ann/index.htm)

AEEG (2007 B), *Secondo Rapporto Annuale sul Meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica Situazione al 31 maggio 2007* (www.autorita.energia.it/ee/index.htm)

Agenzia Internazionale dell'Energia (2007), *Key World Energy Statistic 2007* (www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/key_stats_2007.pdf)

Agenzia Internazionale dell'Energia (2006), *Global Renewable Energy Policy and Measurement Database*

AIRI (2006), *R&S Dati Statistici, Nona Edizione Dicembre 06* (<ftp://ftp.airi.it/fulltext.pdf>)

ANEV (2006), *Anno record dell'eolico - Comunicato Stampa Vestas* (iwt.vestas.com/stampa/130606.html)

APAT (2006), *Annuario dei Dati Ambientali 2005-2006* (www.apat.gov.it/site/IT/APAT/Pubblicazioni/Annuario_dei_Dati_Ambientali/)

Berlen L., *Cresce il Sole nel Bel Paese - Legambiente* (qualenergia.it/view.php?id=127&contenuto=Articolo)

Caserta G. (2007), *Audizione del Presidente di Itabia presso la Nona Commissione Permanente del Senato, 72^a seduta, 8 maggio 2007* (www.senato.it/documenti/repository/commissioni/stenografici/15/comm09/09a-20070508-IC-0398.pdf)

Centro Studi Solarexpo (2007), *Il Decollo del Solare Termico in Italia, Prima Rilevazione Statistica e Studio di Mercato. Anno 2006* (www.paradigmaitalia.it/pagine/news/ST_06_1.3.pdf)

Clean Edge (2007), *Clean Energy Trends 2007* (www.cleandedge.com/reports/Trends2007.pdf)

Commissione Europea (2007), *Relazione sui progressi Realizzati nel Settore dell'Elettricità Prodotta da Fonti Energetiche Rinnovabili - SEC (2007)* ([//eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/com/2006/com2006_0849it01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/com/2006/com2006_0849it01.pdf))

Commissione Europea (2006), *PV Status Report 2006 - Joint Research Center* (www2.epia.org/documents/PV_Status_Report_2006.pdf)

Commissione Europa (2005), *Fare di Più con Meno - Libro Verde sull'Efficienza Energetica* (europa.eu.int/comm/energy/efficiency/index_en.htm)

- Consiglio Europeo (2007), *Conclusioni della Presidenza*, 8-9 marzo, Bruxelles
- Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano (2007), *La Rivoluzione dell'Efficienza* (www.greenpeace.org/raw/content/italy/ufficiostampa/rapporti/efficienza2020.pdf)
- ENEA (2007), *Rapporto Energia e Ambiente 2006. Analisi e Scenari* (www.enea.it)
- ENEA (2006), *Situazione ed Indirizzi Energetico-ambientali Regionali al 2006* (www.enea.it)
- EPIA (2007), *Solar Generation IV – 2007* (www.epia.org/fileadmin/EPIA_docs/publications/epia/EPIA_SG_IV_final.pdf)
- ESTIF (2007), *Solar Thermal. Trends and Market Atatistics 2006* (www.estif.org/139.0.html)
- EU - Japan Centre for Industrial Cooperation (2006), *Study of the Introduction of Renewable Energy in the EU – Inforse Europe* (www.eu-japan.eu/europe/alten_report_2005.pdf)
- Eurobserv'ER (2007 A), *Photovoltaic Barometer 2007* (www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro178.pdf)
- Eurobserv'ER (2007 B), *Solar Thermal Barometer* (www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro179_a.pdf)
- Eurobserv'ER (2007 C), *Solid Biomass Barometer* (www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro177.pdf)
- Eurobserv'ER (2007 D), *Biogas Barometer* (www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro179_a.pdf)
- Eurobserv'ER (2007 E), *Wind Energy Barometer* (ec.europa.eu/energy/res/publications/barometers_en.htm)
- FIRE (2007), *Fornitori di Pellet al 13 Novembre 2007* (www.fire-italia.it/forum/fornitori_pellet.asp)
- Governo Italiano (2007), *Programma Operativo Interregionale “Energie rinnovabili e risparmio energetico”* 2007-2013 (www.europuglia.it/portal/dmdocuments/Lettera_III_CONSULTAZIONE_VAS_POI.pdf)
- GSE (2006), *Le Attività del Gestore dei Servizi Elettrici. Rapporto 2006* (www.grtn.it/ita/chisiamo/documenti/20070302_Rapporto2006.pdf)
- Istat (2007), *Comunicato Stampa: Commercio con l'estero - Settembre 2007* (www.istat.it)
- Nomisma (2007), *Le Nuove Fonti Rinnovabili per l'Energia Elettrica in Europa – Nomisma Energia per il GSE* (www.gsel.it/news/documenti/RapportoFontiRinnovabili.pdf)

OCSE (2007), *Factbook 2007 - Economic, Environmental and Social Statistics* (titania.sourceoecd.org/v1=7292077/cl=23/nw=1/rpsv/factbook/05-01-05-g01.htm)

Progesa (2007) *Studio per la Valorizzazione Energetica di Biomasse Agro Forestali nella Regione Puglia* – Università di Bari

Rava L. (2007), *Audizione del Presidente di Inea presso la Nona Commissione Permanente del Senato, 55^a seduta, 6 marzo 2007* (www.senato.it/documenti/repository/commissioni/stenografici/15/comm09/09a-20070306-IC-0313.pdf)

Regione Puglia (2007), *Piano Energetico Ambientale Regionale* (www6.regione.puglia.it/index.php?page=progetti&opz=listfile&id=60)

Sharp (2007), *Introduzione al mondo Fotovoltaico* (www.sharp.it/LibrettoFotovoltaico.pdf?PHPSESSID=c140d3fd4bf39b444b320b6e7b16864e)

Terna (2007), *Dati Statistici sull'Energia Elettrica 2006* (www.terna.it/default/Home/SISTEMA_ELETTRICO/statistiche/dati_statistici/tabid/418/Default.aspx)

Terna (2006), *Confronti Internazionali 2005* (www.terna.it/default/Home/SISTEMA_ELETTRICO/statistiche/dati_statistici/tabid/418/Default.aspx)

Trezza F. (2007), *Fotovoltaico* (www.rinnovabili.it/fotovoltaico)

Vestas (2007), *L'industria dell'Eolico in Italia: Situazione Attuale e Prospettive* (www.energymed.it/newsmedia/atti/13_Karan_VESTAS.pdf)