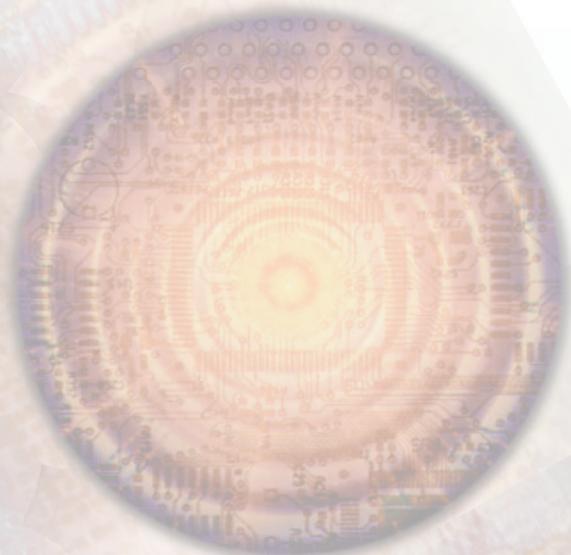




Il Compendio del Rapporto Energia e Ambiente 2001



Il Rapporto Energia e Ambiente 2001, realizzato dalla Funzione Centrale Studi dell'ENEA, prosegue il lavoro di analisi e di informazione sulla situazione nazionale avviato nel 1999 a seguito della Conferenza Nazionale Energia Ambiente e delle raccomandazioni rivolte in tal senso dal Governo a questo Ente.

Il sistema energetico, le sue rilevanti attinenze con il contesto economico e sociale, le sue relazioni con lo sviluppo tecnologico e l'impatto ambientale, richiedono momenti di approfondimento e analisi sulla scorta di informazioni coerenti e aggiornate.

Il Rapporto si propone come un riferimento annuale per rispondere a queste esigenze, accompagnare il dibattito nazionale, favorire la crescita delle conoscenze in campo energetico. Si compone di due volumi:

- **L'analisi**, che ripercorre l'evoluzione della situazione energetico-ambientale dell'ultimo anno nel quadro macroeconomico ed energetico mondiale
- **I dati**, appendice statistica essenziale per lo sviluppo del primo volume e per sviluppare eventuali ulteriori autonomi approfondimenti.

Questo Compendio, a cura di Pietro Menna, vuole essere lo stimolo per una lettura approfondita del Rapporto.

*I volumi del Rapporto Energia e Ambiente 2001 possono essere richiesti a:
ENEA – Funzione Centrale Relazioni Esterne – fax 06 30484581*

Il quadro internazionale

La situazione economica

La crescita economica mondiale ha descritto una parabola che, in un quadro ormai decennale di sviluppo, ha raggiunto l'apice nel 2000 e ripiegato bruscamente nel 2001. Gli elementi che hanno generato questa situazione sono da ricercare, oltre che nella dinamica economica degli Stati Uniti, nell'andamento del prezzo del petrolio. La fase di decelerazione del 2001 non si esaurirà, però, rapidamente: ombre sulla crescita resteranno per tutta la prima metà del 2002 soprattutto a seguito della dirompente involuzione dello scenario complessivo emersa dopo gli attentati dell'11 settembre negli Stati Uniti.

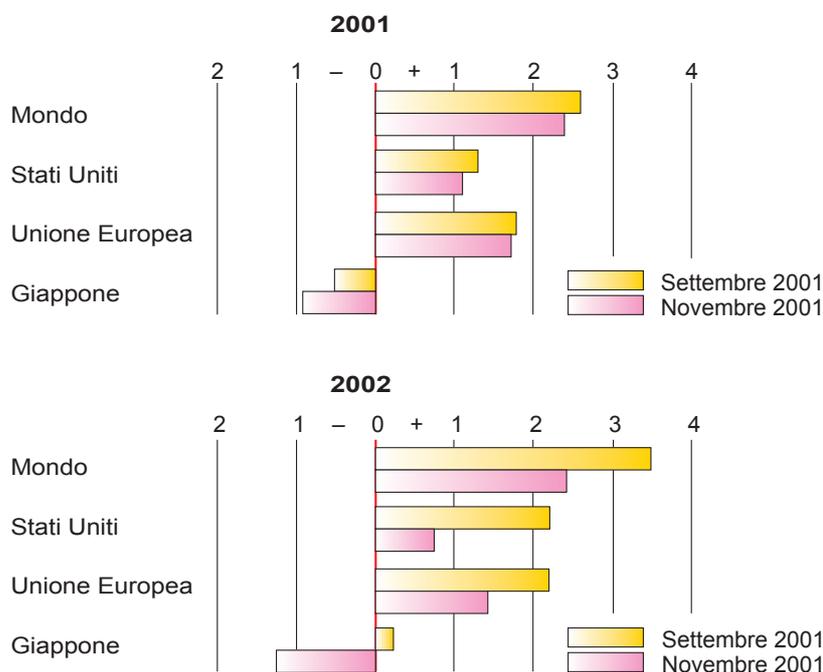
Nell'anno 2000 si è registrata, a livello globale, una crescita economica sostenuta (più forte negli Stati Uniti, più modesta in Europa) in accelerazione rispetto all'anno precedente. Anche le economie asiatiche hanno mostrato il superamento della crisi del 1996. In particolare, Cina e India hanno segnato una crescita stabile, la Russia il primo incremento significativo del PIL dalla caduta del regime sovietico e l'America Latina una discreta accelerazione nel tasso di crescita, grazie al traino del boom americano e degli alti prezzi del petrolio. Già alla fine del 2000, però, si sono presentati i primi segni della crisi, generata da un aumento del prezzo del petrolio – anche superiore a quello voluto dai paesi OPEC – e probabilmente dai livelli troppo elevati che le quotazioni azionarie avevano raggiunto nell'economia statunitense.

Con l'aumento dell'inflazione e la persistente debolezza dell'euro, la crescita europea è rallentata sfociando, con il 2001, in una crisi analoga a quella americana.

Anche le economie dei paesi asiatici hanno frenato, mentre il Giappone è entrato addirittura in recessione. Ulteriori, gravi incertezze, aggiunte alla tragedia dell'11 settembre, rendono più complessa sia una valutazione della crisi che una previsione della sua evoluzione.

Un brusco richiamo alla gravità dell'impatto di quegli eventi ci giunge dalle stime di crescita per il 2001 e per il 2002, elaborate di recente dal Fondo Monetario Internazionale (FMI) (figura 1).

Figura I - Stime di crescita del PIL nelle diverse aree economiche del mondo elaborate prima e dopo gli attentati negli Stati Uniti. Anni 2001-2002 (% rispetto all'anno precedente)



Fonte: FMI

La revisione al ribasso è sostanziale e riguarda tutte le aree economiche e non solo per quest'anno: nel 2002 non dovrebbe superare il 2,2% nel mondo, mentre l'economia statunitense crescerebbe soltanto dello 0,7% contro il 2,2% previsto due mesi fa.

Inoltre, l'Europa, che ha iniziato decisamente bene il 2001, ha visto deteriorarsi rapidamente le sue prospettive economiche. Anche se l'Unione Europea nel suo complesso sfuggirà, nel 2002, alla recessione, la Germania, la più grande economia della UE, ci riuscirà a mala pena.

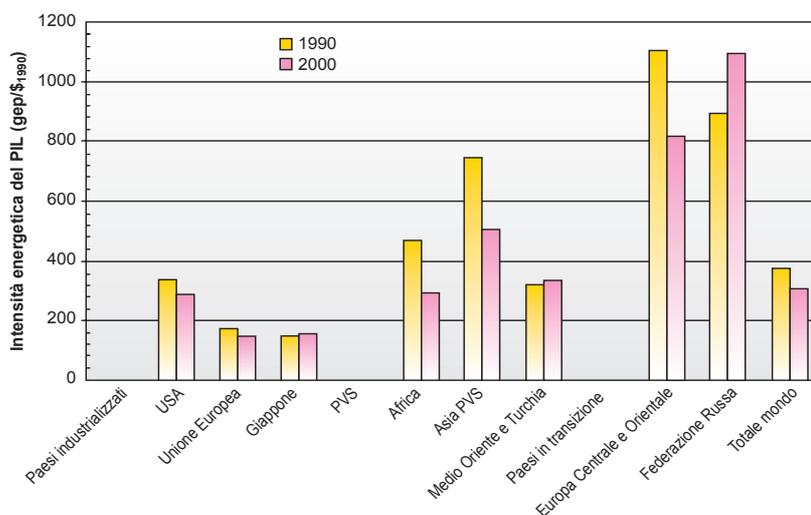
Dalle economie asiatiche, inoltre, non arrivano segnali incoraggianti: Taiwan, ammessa di recente al World Trade Organisation, si confronta con la sua più grave crisi, con la prospettiva di una caduta del PIL per tutto il 2002; anche Singapore registra una diminuzione consistente della crescita economica. A parte la Cina, che continua a crescere ad un tasso discreto, praticamente tutte le altre economie dell'area (Tailandia, Corea del Sud, Filippine) hanno problemi per il crollo della domanda dei loro principali beni di esportazione, specialmente nel settore *high-tech*. Una ripresa complessiva potrebbe esserci forse a metà del prossimo anno.

Per il Giappone, invece, la seconda potenza economica mondiale, la prognosi è peggiore: il PIL è stimato in diminuzione nel 2001 e nel 2002.

Domanda e offerta di energia

Di pari passo con la crescita economica registratasi un po' ovunque, la domanda di energia mondiale, nel 2000, ha segnato un aumento del 2,1% sull'anno precedente, con un tasso significativamente superiore a quello medio del periodo 1990-2000 (1%). Dinamiche differenti si riscontrano per le diverse fonti considerate: si registra un sostenuto aumento della domanda di gas in tutte le regioni del mondo (4,8%), mentre i consumi di petrolio, con una crescita inferiore all'1%, sono in decelerazione. Limitato è anche l'incremento della richiesta di carbone, ma con un andamento differenziato nelle diverse aree del mondo, mentre la domanda di elettricità prodotta tramite nucleare e idroelettrico è cresciuta del 2,4%, con incrementi maggiori nelle regioni (FSU e America Latina) dove la sua diffusione è ancora limitata. Nello stesso periodo, a livello globale, l'intensità energetica si è ridotta di circa il 20% pur con significative differenze anche all'interno delle stesse aree economiche: dai circa 150 grammi equivalenti di petrolio (gep) necessari per ogni dollaro di PIL prodotto dall'UE e dal Giappone ai 290 gep/\$₁₉₉₀ degli Stati Uniti e ai più di 1000 gep/\$₁₉₉₀ della Federazione Russa (figura 2). L'Italia che, come è noto, raggiunge un'elevata efficienza di utilizzo delle fonti primarie, ha un valore di intensità energetica tra i più bassi in assoluto, prossimo ai 125 gep/\$₁₉₉₀.

Figura 2 - Intensità energetica del PIL nelle diverse aree economiche del mondo. Anni 1990-2000 (gep/\$₁₉₉₀)



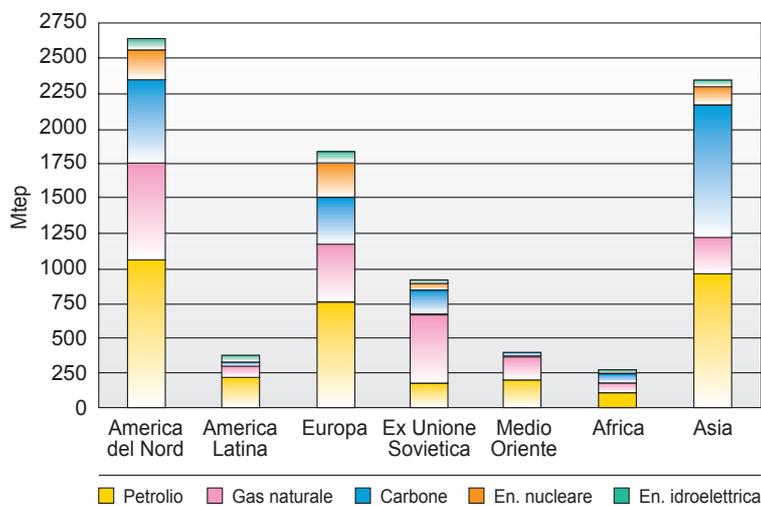
Fonte: BP, Statistical Review of World Energy 2001

L'offerta di energia per le diverse fonti, dopo la riduzione dei quantitativi di petrolio offerti nel 1999 (-2%) come conseguenza delle decisioni del cartello dei paesi OPEC, ha visto un significativo aumento dell'offerta di petrolio nel 2000 (+4%), riequilibrando domanda e offerta in termini di media annua. Lo spostamento della domanda di alcuni paesi verso il carbone ha generato un fenomeno di segno inverso: nonostante l'aumento della domanda, la produzione di carbone, seguendo il trend degli ultimi anni, ha continuato a ridursi (-0,4%), seppure ad un ritmo inferiore rispetto al biennio precedente (-4% all'anno). Regolare è stata invece l'evoluzione dell'offerta di gas legata a contratti di fornitura di lungo periodo.

La struttura dell'offerta e della domanda di energia nel 2001 si modifica solo marginalmente rispetto agli anni precedenti, anche se, in prospettiva, sia l'evoluzione della domanda per fonti e per paesi, che la distribuzione delle riserve nelle diverse aree del mondo porteranno a significative modifiche strutturali. È probabile una crescita nella dipendenza del Nord America dai paesi con le maggiori riserve energetiche. Come è noto, il 65% delle riserve di greggio ed il 35% di quelle di gas si trova nel Medio Oriente, a fronte di un contributo alla produzione mondiale rispettivamente del 31% e di poco meno del 9% nel 2000.

Il petrolio resta la fonte energetica primaria principale, coprendo poco meno del 40% del fabbisogno energetico complessivo: l'area di consumo principale risulta il Nord America (figura 3). Il gas naturale registra una crescita complessiva dei consumi, caratterizzata da un forte aumento in Europa, Medio Oriente ed Asia, mentre

Figura 3 - Consumo di energia primaria per regione e per fonte. Anno 2000 (Mtep)



Fonte: BP, Statistical Review of World Energy 2001

nel Nord America è in lieve calo. Il consumo complessivo di carbone continua a ridursi, attestandosi quest'anno al 22%, mentre l'energia nucleare rappresenta il 19% dei consumi complessivi.

I nuovi assetti dell'industria energetica nell'Unione Europea

Le direttive 96/92/CE per l'energia elettrica e 98/30/CE per il gas furono formulate con l'obiettivo di aumentare l'efficienza energetica e, di conseguenza, la competitività dell'economia europea, con la graduale apertura dei mercati di gas ed elettricità alla concorrenza. Le due normative hanno stimolato il settore nella giusta direzione, anche se ci sono numerosi problemi ancora irrisolti.

Le fasi iniziali del processo di liberalizzazione registrano un calo dei prezzi dell'energia elettrica per l'utenza industriale in quasi tutti gli Stati membri, con le riduzioni più significative nei paesi con i più elevati gradi di concorrenza. Un certo calo, sebbene di minore entità, è stato segnato anche dai prezzi pagati per usi domestici.

Nell'ottica della creazione di un mercato unico dell'energia, è incoraggiante l'incremento degli scambi transfrontalieri di elettricità, il cui volume totale è pari a circa l'8% della produzione complessiva comunitaria.

Sul versante del gas naturale, la tendenza principale sembra la riallocazione delle quote di mercato: il potere delle grandi imprese, dotate di notevoli quantitativi di gas naturale, sarà distribuito tra più paesi europei invece che concentrato all'interno della nazione d'origine. In entrambi i mercati, invece, è ancora limitata la reale possibilità di accedere alla rete.

L'apertura del mercato dell'elettricità dal lato della domanda appare ampiamente soddisfatta.

La costruzione di nuova capacità di generazione è gestita nella stragrande maggioranza dei paesi con una procedura di autorizzazione, percepita come più trasparente e non discriminatoria per la creazione di un mercato concorrenziale.

Benché non esista una comune definizione degli obblighi di servizio pubblico, si trovano riferimenti all'universalità del servizio e alla protezione dei consumatori, sviluppati attraverso obblighi di connessione e fornitura; sono inoltre presenti provvedimenti a difesa dell'ambiente, e misure volte a garantire la sicurezza e la continuità degli approvvigionamenti.

Il processo di liberalizzazione ha anche dato impulso alla creazione di nuove borse dell'elettricità. Questo sistema di scambi, utilizzato già da parecchi anni nel Regno Unito e nei paesi scandinavi, si sta diffondendo anche nel resto del continente. In avanzato stato di preparazione sono anche la borsa francese e quella italiana.

I migliori risultati nella liberalizzazione del mercato del gas sono stati raggiunti sul versante della domanda, rispetto a quello dell'offerta. Infatti, in molte nazioni le soglie minime di apertura del mercato indicate dalla direttiva sono state ampiamente superate: la media europea in questo ambito è attualmente pari al 78%. Questo significa che ampie fasce di consumatori sono potenzialmente libere di sce-

gliere il proprio fornitore e di chiedere l'accesso alle reti esistenti. Tra i principali paesi europei, solo la Francia si è limitata a trasporre le soglie minime di apertura raccomandate dalla direttiva. La libertà dei clienti idonei rischia però di rimanere solo sulla carta, perché le scelte adottate dalla maggior parte delle nazioni non sembrano sufficientemente incisive sulla struttura del mercato.

Infatti, la persistente integrazione verticale delle imprese dominanti, le difficoltà incontrate dai nuovi entranti e l'inadeguatezza delle scelte operate da parecchi Stati in materia di *unbundling* e di accesso alla rete rappresentano ancora forti ostacoli allo sviluppo di un mercato effettivamente concorrenziale. In particolare, dato il carattere di monopolio naturale delle reti di trasporto e distribuzione, e quindi la scarsa convenienza a duplicare le strutture esistenti, è fondamentale che i potenziali entranti possano usufruire del sistema di reti disponibile.

Per ovviare alle inefficienze della precedente normativa, la Commissione Europea ha varato la bozza di una nuova direttiva che emenda le due precedenti relative ai mercati di gas ed elettricità. La bozza contiene una proposta quantitativa relativa all'accelerazione dell'apertura del mercato, una serie di proposte qualitative in materia di *unbundling*, di accesso alla rete e di regolazione e, infine, la riformulazione degli obiettivi di servizio pubblico.

Il progetto della nuova direttiva ha incontrato una sostanziale bocciatura, dovuta al mancato accordo sui tempi di attuazione delle nuove misure proposte. In particolare, la Francia si è decisamente opposta alla completa apertura del mercato elettrico e del gas naturale entro il 2005 e la Germania, contraria soprattutto all'istituzione di un'Autorità di regolazione indipendente, ha fatto eco alle rimostranze francesi.

Da più parti si è però espressa la convinzione che la proposta possa ancora essere approvata, dal momento che, al di là dell'opposizione franco-tedesca, esiste una solida maggioranza favorevole.

Le politiche ambientali

Le caratteristiche salienti delle recenti politiche ambientali in relazione all'uso delle risorse energetiche sono ascrivibili a due processi. Il primo è relativo al tentativo internazionale di giungere a comuni accordi per la riduzione, in tempi e quantità definite, delle emissioni in atmosfera derivanti dalla combustione delle fonti energetiche (tabelle 1 e 2).

A questo proposito, al centro del dibattito mondiale sono le faticose trattative per la ratifica del Protocollo di Kyoto sulla riduzione dei gas serra, nonché i progressi degli accordi internazionali per un'ulteriore e radicale diminuzione delle emissioni acide in atmosfera (ossidi di azoto, anidride solforosa, particelle sospese) che hanno raggiunto il culmine con il Protocollo di Goeteborg del 1999.

Il secondo processo riguarda la promozione delle fonti rinnovabili e l'uso razionale dell'energia, e l'incentivo ad accelerare la transizione verso l'utilizzo di combustibili a minor impatto ambientale. Rientrano in questo ambito: i lavori del G8 con

Tabella 1 - Emissioni di carbonio per paese o area economica

| Paese/Regione | Quota emissioni integrate su totale Anni 1990-98 (%) | Emissioni di carbonio Anno 1999 (Mt) | Emissioni carbonio pro-capite Anno 1999 (t/capita) |
|---------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Stati Uniti | 30,3 | 1.520 | 5,6 |
| Unione Europea | 22,1 | 915 | 2,4 |
| Russia | 8,9 | 400 | 2,7 |
| Germania | 7,3 | 230 | 2,8 |
| Cina | 7,0 | 669 | 0,5 |
| Regno Unito | 5,6 | 152 | 2,6 |
| Giappone | 3,7 | 307 | 2,4 |
| Francia | 2,8 | 109 | 1,8 |
| Ucraina | 2,3 | 104 | 2,1 |
| Canada | 2,3 | 151 | 4,9 |
| Polonia | 2,0 | 85 | 2,2 |
| India | 2,0 | 243 | 0,2 |
| Italia | 1,6 | 121 | 2,1 |
| Sud Africa | 1,2 | 99 | 2,2 |
| Australia | 1,1 | 94 | 5,0 |
| Repubblica Ceca | 1,0 | 29 | 2,8 |
| Messico | 1,0 | 101 | 1,0 |
| Belgio | 1,0 | 38 | 3,7 |
| Paesi Bassi | 0,9 | 64 | 4,1 |
| Spagna | 0,9 | 82 | 2,1 |
| Primi 20 paesi emettitori | 83,1 | 4.597 | 1,3 |
| Resto del mondo | 16,9 | 1.544 | 0,6 |
| Totale emissioni | 100 | 6.141 | |

Fonte: UN-FCCC, 2001

Nota: 1 tonnellata di carbonio corrisponde a 3,67 tonnellate di anidride carbonica**Tabella 2 - Assorbimenti ed emissioni globali di carbonio (Mt)**

| | | |
|----------|---------------------------------------------|-------------|
| 1 | Assorbimento medio annuo dagli oceani | 2400 |
| 2 | Assorbimento medio annuo dalle terre emerse | 900 |
| 3 | Totale assorbimento (1+2) | 3300 |
| 4 | Totale emissioni | 6140 |
| 5 | Emissioni nette (4-3) | 2840 |

Fonte: UN-FCCC, 2001

Nota: 1 tonnellata di carbonio corrisponde a 3,67 tonnellate di anidride carbonica

la *task force* sulle energie rinnovabili; la direttiva europea sull'elettricità per raggiungere nei paesi dell'Unione, entro il 2010, il 22% di elettricità prodotta con fonti rinnovabili; l'inclusione nei piani energetici nazionali di pratiche per un impiego più efficiente dell'energia negli usi finali; l'introduzione di misure fiscali per penalizzare le fonti combustibili che rilasciano maggiori quantità di carbonio (*carbon tax*).

La situazione italiana

Il quadro complessivo

L'evoluzione dell'economia italiana nel biennio 2000-2001 riflette l'andamento della domanda internazionale e del prezzo del petrolio. Nel 2000 la variazione del PIL è stata del 2,9%, dopo il modesto 1,7% del 1999. Tale crescita ha però visto un brusco arresto, fino ad arrivare ad un tasso di crescita nullo nel secondo trimestre del 2001. L'inflazione invece, già alla fine del 2000, è aumentata, in parte a causa dell'indebolimento del ciclo internazionale, ma soprattutto per lo shock petrolifero che ha influito negativamente sulla bolletta energetica, per quello dei prezzi dei generi alimentari dovuto alla BSE (encefalopatia spongiforme bovina) e per l'indebolimento del tasso di cambio.

Le aspettative delle imprese risentono del peggioramento del contesto internazionale e del clima di sfiducia, facendo prevedere un sostanziale ristagno delle quantità prodotte per tutto il 2001, oltre al possibile sottoutilizzo della capacità produttiva. L'affidabilità dell'offerta complessiva delle fonti fossili – petrolio e gas naturale, in particolare – continua a suscitare serie preoccupazioni, riflettendo la persistente e notevole rilevanza che queste detengono nei fabbisogni energetici, in un contesto caratterizzato peraltro da una produzione d'energia da fonti rinnovabili che aumenta lentamente.

In Italia, a fine 2000, la composizione delle fonti fossili evidenzia che i prodotti petroliferi coprono il 49% (91,3 Mtep) del consumo interno lordo (184,8 Mtep), il gas naturale il 31% (58,1 Mtep) e i combustibili solidi il 7% (12,8 Mtep), con la nota asimmetria, rispetto agli altri paesi occidentali, che vede l'Italia spostata verso petrolio e gas per compensare il basso utilizzo del carbone e l'assenza di nucleare.

Il Libro Verde della Commissione Europea sulla sicurezza degli approvvigionamenti, del novembre 2000, ha stimolato una discussione negli Stati membri sul tema dell'affidabilità e sicurezza delle forniture energetiche, anche in vista dell'allargamento, che vedrebbe la dipendenza dell'Unione ulteriormente aggravata.

Maggiore diversificazione delle fonti, più elevata penetrazione delle rinnovabili, utilizzo concertato e più efficiente delle scorte, ma anche misure lato domanda per migliorare l'efficienza energetica degli usi finali, sono tra i punti emersi con frequenza maggiore nel dibattito avviato nel nostro Paese dal Ministero delle Attività Produttive, con una serie di giornate tematiche.

Su questa linea, per spingere ulteriormente verso il risparmio energetico e seguendo lo schema già utilizzato per l'istituzione dei *certificati verdi* (decreto Ministro dell'Industria dell'11 novembre 1999), sono stati introdotti i *titoli di efficienza energetica* (decreto Ministri dell'Industria e dell'Ambiente del 24 aprile 2001).

I due provvedimenti individuano un numero discreto di operatori soggetti al-

l'obbligo: i produttori e gli importatori di energia elettrica da fonte convenzionale con soglia superiore a 100 GWh/anno in un caso; i distributori di elettricità e di gas naturale con più di 100.000 clienti finali serviti nel secondo caso.

Entrambi i decreti offrono, inoltre, la possibilità di ottemperare all'obbligo di legge in maniera diretta (investendo cioè in impianti per produrre la quota richiesta di elettricità da fonti rinnovabili ovvero proponendo ai propri clienti un adeguato numero di progetti di risparmio energetico) oppure in maniera indiretta (con una domanda di titoli offerti da soggetti terzi), forzando, in tal modo, la formazione di un mercato.

Il PIL cresce più dei consumi di energia

Nel 2000, la domanda lorda di energia è cresciuta di poco meno dell'1% rispetto al 1999, portandosi a 184,8 Mtep (tabella 3), mentre l'intensità energetica è diminuita fino a 182,3 tep per miliardo di lire.

Per il 2001, le prime stime, a fronte di spostamenti nell'utilizzo di fonti (più rinnovabili e importazioni di energia elettrica, meno petrolio e gas naturale) che ne modificherebbero la composizione, indicherebbero un ammontare del consumo interno lordo molto prossimo a quello dell'anno precedente.

Per la prima volta in assoluto si registrerebbe una riduzione della quota di gas naturale (storicamente sempre in crescita fino al 2000), mentre i prodotti petroliferi confermerebbero il posizionamento al di sotto del 50% nella copertura del fabbisogno complessivo (figura 4).

Se le stime che fissano il consumo interno lordo di energia del 2001 al livello del consumo dell'anno 2000 fossero confermate, l'intensità energetica si ridurrebbe ulteriormente al di sotto di 180 tep per miliardo di lire.

Quest'eccellenza, rispetto agli altri paesi avanzati, nell'utilizzo delle fonti prima-

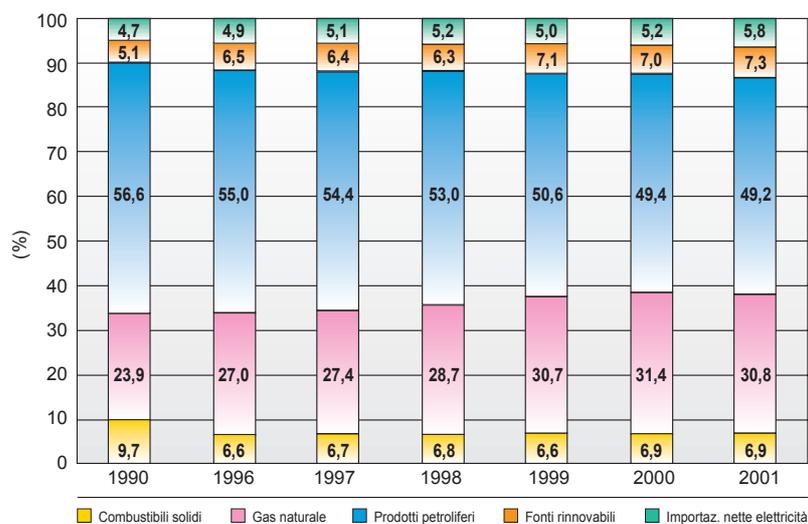
Tabella 3 - Consumo interno lordo di energia primaria per fonte in Italia. Anni 1990-2001 (Mtep)

| Fonte | 1990 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000* | 2001** | 2000/90 (%) | 2000/99 (%) |
|-----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Combustibili solidi | 15,8 | 11,3 | 11,7 | 12,1 | 12,1 | 12,8 | 12,7 | -19 | 5,8 |
| Gas naturale | 39,1 | 46,4 | 47,8 | 51,5 | 56,0 | 58,1 | 57 | 48,6 | 3,8 |
| Prodotti petroliferi | 92,5 | 94,3 | 94,9 | 94,9 | 92,3 | 91,3 | 90,9 | -1,3 | -1,1 |
| Fonti rinnovabili | 8,4 | 11,2 | 11,2 | 11,3 | 12,9 | 12,9 | 13,5 | 53,6 | 0,0 |
| Importazioni nette di energia elettrica | 7,6 | 8,4 | 8,9 | 9,4 | 9,2 | 9,7 | 10,7 | 27,6 | 5,4 |
| Totale | 163,4 | 171,6 | 174,5 | 179,2 | 183,1 | 184,8 | 184,8 | 13,1 | 0,9 |

Fonte: Elaborazione ENEA di dati del Ministero delle Attività Produttive

*Dati provvisori ** Stime

Figura 4 - Composizione della domanda di energia per fonte primaria in Italia. Anni 1990-2001 (%)



I dati del 2000 sono provvisori. I dati del 2001 sono frutto di stime.

Fonte: Elaborazione ENEA di dati del Ministero delle Attività Produttive

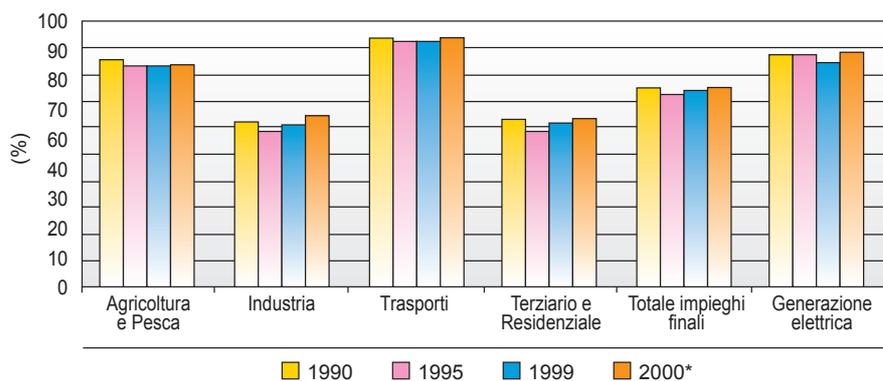
rie d'energia attenua di poco l'impatto che la forte dipendenza dall'approvvigionamento sui mercati esteri produce sul nostro intero sistema economico.

L'analisi della dipendenza energetica dei singoli settori mette in rilievo che il settore per il quale si ricorre maggiormente a fonti esterne è quello dei trasporti (93% nel 1999), dove i prodotti petroliferi sono, praticamente, l'unica fonte utilizzata. Subito dopo i trasporti si colloca la generazione elettrica (85% nel 1999) (figura 5).

La composizione degli usi finali si è modificata nel corso degli anni in modo abbastanza continuo (più consumi nel residenziale e terziario e nei trasporti e meno nell'industria) tranne che nell'ultimo anno, per il quale si nota un recupero della quota dell'industria a scapito dei trasporti e del residenziale e terziario (figura 6). Il consistente aumento del prezzo dei prodotti petroliferi potrebbe avere influito sulla prima riduzione.

Quando si ragiona sul **settore industriale**, non si può trascurare che la struttura dell'impresa che consuma energia è cambiata radicalmente. L'integrazione delle fasi della filiera produttiva si è attenuata, intere parti dei processi sono svolte all'esterno. L'acquisto di vettori energetici e semilavorati a forte contenuto di energia e l'estendersi del riciclo rischiano di rendere privi di significato i consueti indicatori di consumo, che ben si attecchivano alla tipica industria integrata.

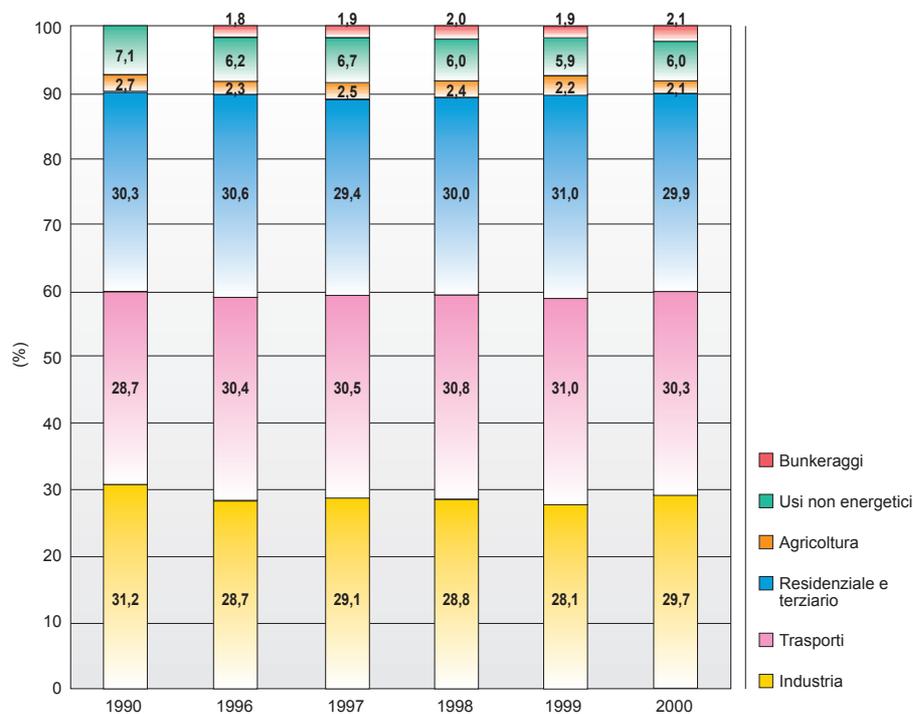
Figura 5 - Dipendenza da prodotti energetici importati dei settori di impiego finali in Italia. Anni 1990-2000 (%)



Fonte: Elaborazione ENEA di dati del Ministero delle Attività Produttive

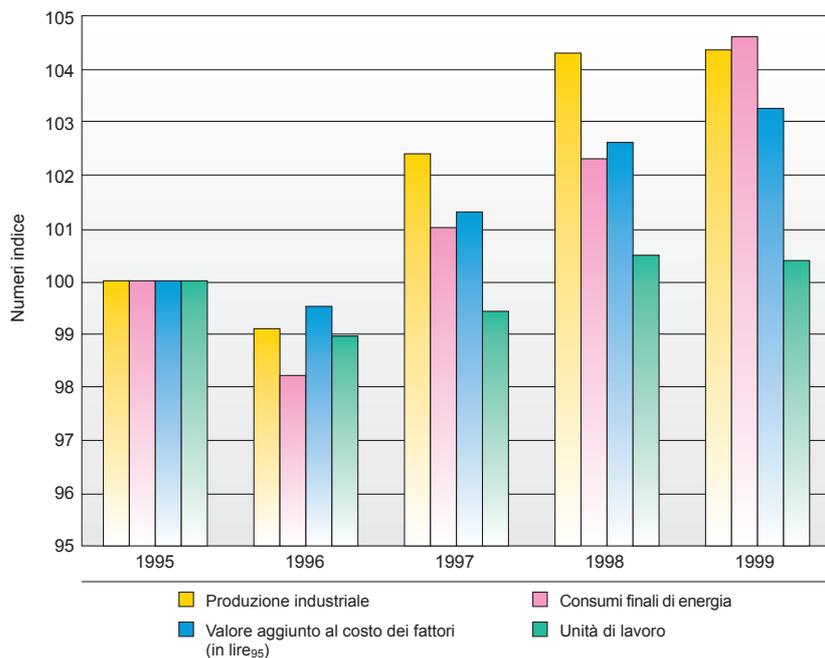
* Dati provvisori

Figura 6 - Composizione degli usi finali di energia per settore di impiego in Italia. Anni 1990-2000 (%)



Fonte: Elaborazione ENEA di dati del Ministero delle Attività Produttive

**Figura 7 - Alcuni indicatori del comparto industriale in Italia
(numeri indice, 1995=100)**



Valori 1995

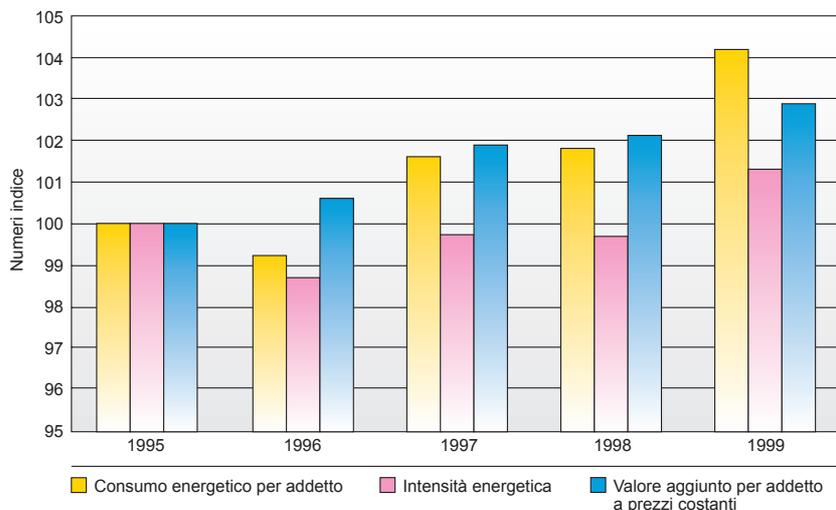
| | |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| Valore aggiunto al costo dei fattori (Glire ₉₅) | 504.380 |
| Unità di lavoro totali, media annua (migliaia) | 6.743 |
| Usi finali di energia (ktep) | 36.825 |

Fonte: Elaborazione ENEA di dati del Ministero delle Attività Produttive

L'andamento altalenante nel corso dell'anno 1999 ha prodotto una crescita limitata della produzione (0,1%) e un aumento di valore aggiunto dell'1,7%. Questo ha determinato un aumento della domanda di energia del 2,3%, da 37,7 Mtep a 38,5 Mtep. L'incremento più consistente ha riguardato il gas naturale (+3,3%). Si è rafforzato anche l'utilizzo di prodotti petroliferi, in particolare di oli combustibili BTZ, a compensare il calo nei distillati leggeri.

Nel corso del 2000 il grado di utilizzo degli impianti nell'industria manifatturiera è stato elevato. Al contempo, la domanda di energia elettrica è cresciuta dai 140 TWh del 1999 ai 147 TWh del 2000, con un incremento superiore al 5%. L'incremento degli usi finali segue, in genere, l'andamento della produzione industriale e del valore aggiunto. Solo nel 1999, al rallentamento nella produzione si contrappone un'accelerazione negli usi finali (figura 7).

**Figura 8 - Alcuni indicatori del comparto industriale in Italia
(numeri indice, 1995=100)**



Valori 1995

| | |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| Valore aggiunto al costo dei fattori (Glire ₉₅) | 504.380 |
| Unità di lavoro totali, media annua (migliaia) | 6.743 |
| Usi finali di energia (ktep) | 36.825 |

Fonte: Elaborazione ENEA di dati del Ministero delle Attività Produttive

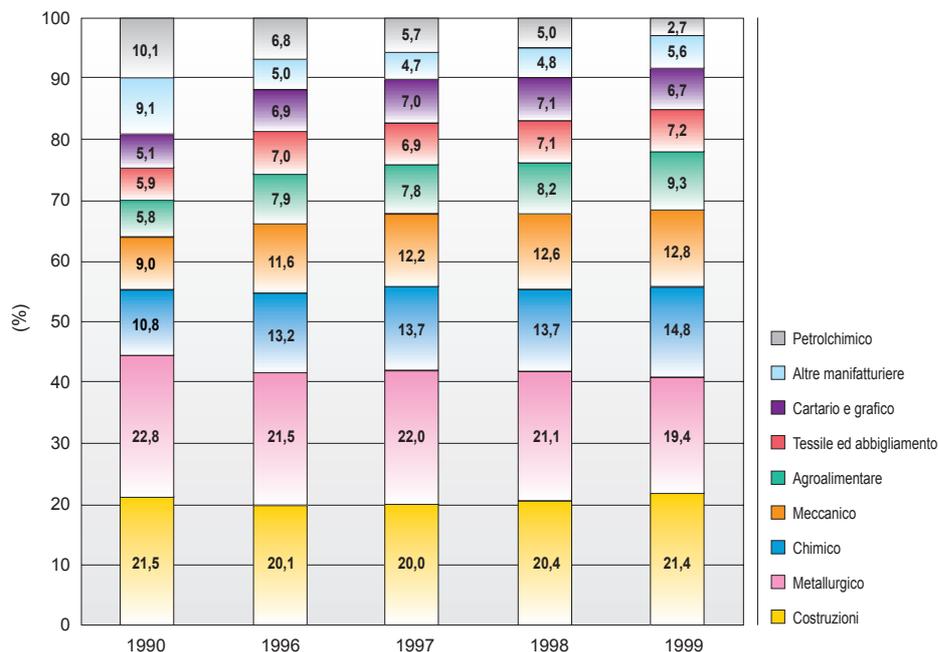
Ne risulta un brusco incremento dell'intensità energetica, praticamente stabile fino al 1998, e del consumo per addetto. Quest'ultimo non trova però riscontro in un miglioramento della produttività: il valore aggiunto per addetto aumenta, infatti, ad un tasso decisamente inferiore (figura 8).

La ripartizione percentuale dei consumi finali di energia nei vari sottosettori, nel decennio 1990-99, è connotata da una sostanziale tenuta del comparto delle costruzioni, un marcato incremento di quello chimico e di quello alimentare e una flessione dei consumi nel metallurgico e nelle altre manifatturiere (figura 9).

Il **settore dei trasporti**, elemento cardine delle moderne economie, deve soddisfare le esigenze di una società che richiede sempre più mobilità e di un'opinione pubblica sempre meno disposta ad accettare la spesso mediocre qualità dei servizi offerti.

A fronte di una domanda in costante crescita, la risposta non può limitarsi alla costruzione di nuove infrastrutture ed all'apertura dei mercati. Un sistema dei trasporti moderno deve essere sostenibile dal punto di vista economico, sociale e ambientale. La rilevanza degli investimenti nel settore – per le infrastrutture e le tecnologie impiegate – è tale che qualsiasi errore di valutazione impone un grave onere alla società.

**Figura 9 - Consumi finali di energia nei settori industriali in Italia.
Anni 1990-1999 (%)**



Fonte: Elaborazione ENEA di dati del Ministero delle Attività Produttive

Nel periodo 1990-2000 il traffico passeggeri e merci e i relativi consumi finali di energia sono passati da 31,1 Mtep a 40,3 Mtep (+29,7%), in leggera flessione rispetto al 1999, quando avevano toccato 41,6 Mtep.

Nel 2000, la ripartizione dei consumi finali per modalità di trasporto vede al primo posto il trasporto su strada (94,9%) seguito dal trasporto aereo (2,4%), dagli impianti fissi (1,4%) e dal trasporto navale (1,3%). Si rileva che la domanda di benzine (16,8 milioni di tonnellate) è risultata inferiore a quella del 1999 (-5%). Tale flessione può spiegarsi con la progressiva espansione dell'alimentazione a gasolio, anche se i forti aumenti dei prezzi possono essere stati una concausa.

La quota della benzina senza piombo è aumentata del 10,4% (+1 milione di tonnellate), mentre la benzina con piombo ha registrato una contrazione del 30,7% (-2 milioni di tonnellate). La benzina senza piombo rappresenta ormai il 73% del mercato delle benzine e risulta distribuita, a fine 2000, dal 99% della rete carburanti. La domanda di gasolio per autotrazione è salita a 18,2 milioni di tonnellate (+2,5% rispetto al 1999), aumento determinato sia dalla crescita del parco

autovetture sia dalla espansione del movimento commerciale e dei mezzi meccanici pesanti.

Le emissioni di CO₂ dal settore dei trasporti nel 2000 sono pari a 137,5 Mt: il trasporto su strada vi contribuisce per il 93,8%, gli impianti fissi per il 2,5%, il trasporto aereo per il 2,4% ed infine il trasporto navale per l'1,3%.

Nel periodo considerato la domanda di mobilità delle persone è aumentata in misura superiore di quella delle merci a causa della crescita sia del numero degli spostamenti sistematici dovuti alla generalizzata dispersione sul territorio degli insediamenti residenziali e produttivi, sia del numero degli spostamenti non sistematici legati a motivazioni occasionali. I consumi di energia e le emissioni di CO₂, però, hanno registrato nel trasporto merci la crescita più sostenuta (figura 10).

Nel 2000 i consumi energetici del **settore residenziale e terziario** ammontano al 30% del totale degli impieghi finali di energia, percentuale che rimane sostanzialmente invariata rispetto al 1999.

Il consumo di legna da ardere nelle abitazioni porterebbe il consumo del settore da 40,6 a 44,3 Mtep¹. Al discreto aumento dei consumi energetici registrato tra il 1998 e il 1999 (+5,7%) segue, nel 2000, un livello dei consumi pressoché uguale a quello del 1999.

Nel biennio 1999-2000 il gas naturale copre più della metà della domanda del settore, l'energia elettrica circa un quarto, i derivati petroliferi e i combustibili solidi circa il 20%.

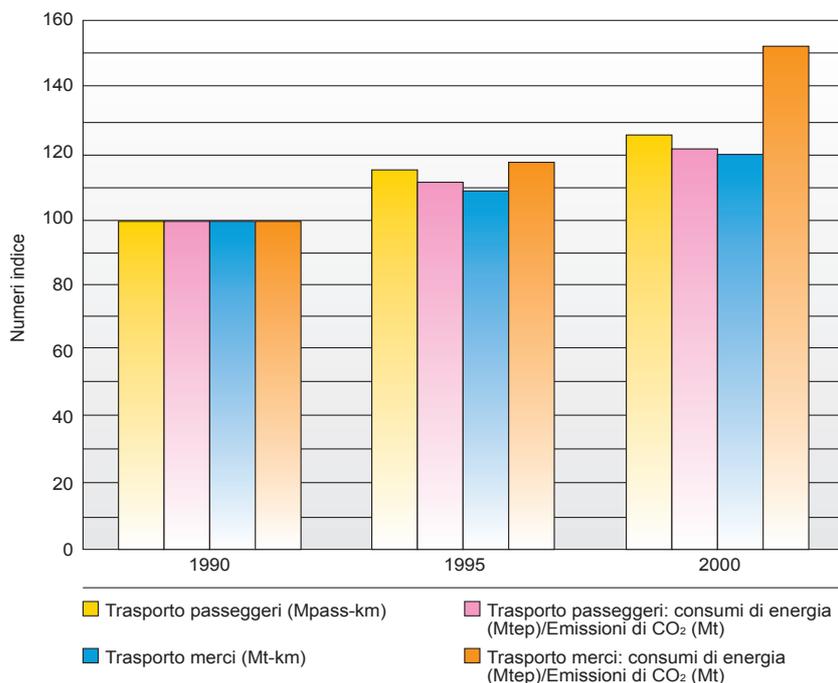
Il residenziale assorbe, rispetto al terziario, una quota predominante dei consumi, superiore al 70% del totale, anche se in costante e lenta diminuzione.

Considerando le singole fonti energetiche, nel corso degli anni si è giunti quasi al pareggio dei consumi di energia elettrica tra residenziale e terziario, mentre per tutte le altre fonti la percentuale dei consumi assorbiti dal residenziale è decisamente più elevata di quella del terziario.

Nel 1999 il settore residenziale richiede l'83% dei consumi di GPL totali del settore, il 74% di quelli di gas naturale, l'83% di quelli di gasolio, il 32% di quelli d'olio combustibile, l'86% di quelli di carbone e il 53% di quelli di energia elettrica (figura 11).

¹ Buona parte del consumo di legna sfugge alle statistiche ufficiali, perché l'utilizzo avviene spesso al di fuori dei circuiti commerciali. Un'indagine ENEA del 2000 ha stimato un consumo nazionale di legna da ardere nelle abitazioni di 14,7 Mt, che corrisponde alla sostituzione di circa 3,7 Mtep di combustibili fossili.

Figura 10 - Trasporto passeggeri e merci: traffico, consumi ed emissioni di CO₂ in Italia. Anni 1990-1995-2000 (numeri indice, 1990=100)

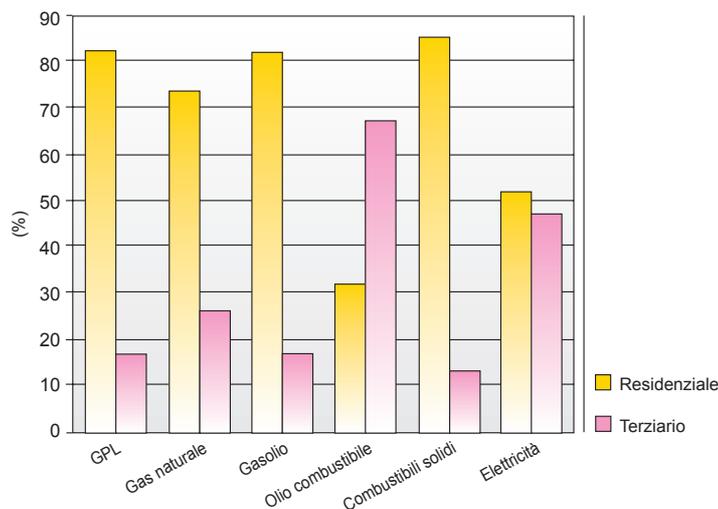


Valori 1990

| | |
|----------------------------------------------------------|---------|
| Trasporto passeggeri (Mpass-km) | 698.238 |
| Trasporto passeggeri: usi finali di energia (Mtep) | 22.696 |
| Trasporto passeggeri: consumi di energia primaria (Mtep) | 26.621 |
| Trasporto passeggeri: emissioni di CO ₂ (Mt) | 76.812 |
| Trasporto merci (Mt-km) | 235.702 |
| Trasporto merci: usi finali di energia (Mtep) | 8.452 |
| Trasporto merci: consumi di energia primaria (Mtep) | 9.814 |
| Trasporto merci: emissioni di CO ₂ (Mt) | 29.282 |

Nota: pass-km abbrevia passeggero-chilometro e corrisponde al trasporto di un passeggero per un chilometro; t-km abbrevia tonnellata-chilometro e corrisponde al trasporto di una tonnellata di merci per un chilometro

Figura 11 - Consumi energetici del settore residenziale e terziario per fonte in Italia. Anno 1999 (%)



Fonte: Elaborazione ENEA di dati del Ministero delle Attività Produttive

La fattura energetica italiana raggiunge 56 mila miliardi lire

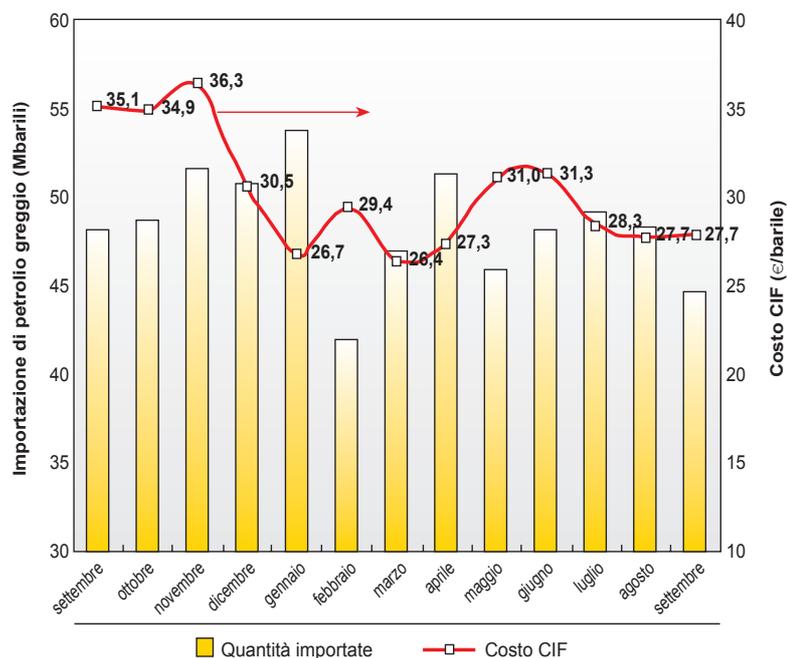
Sul fronte dell'offerta, si osserva che nell'anno 2000 la produzione nazionale di petrolio greggio e gas naturale ha concorso al fabbisogno soltanto per il 5% ed il 23,5% rispettivamente, confermandosi in particolare il declino che da qualche anno caratterizza anche le attività estrattive di gas naturale.

Ne è conseguito un drastico peggioramento, rispetto al 1999, dei conti con l'estero, sia in termini di fattura petrolifera che in termini di fattura energetica complessiva². La fattura petrolifera corrispondente al saldo totale delle due voci commerciali relative al petrolio ed al gas naturale, che fanno registrare aumenti rispetto al 1999 rispettivamente del 93% e del 115%, è stata di 36,2 mila miliardi di lire, sostanzialmente un raddoppio rispetto al conto dell'anno precedente (18,7 mila miliardi di lire).

In lire correnti, questi valori non erano mai stati raggiunti nei conti della nostra bilancia commerciale energetica e petrolifera, superati dai conti degli anni tra il

² Saldo della bilancia commerciale energetica, comprensiva di tutte le voci di greggio, gas e prodotti che concorrono alla copertura del fabbisogno nazionale di energia (consumo più scorte).

Figura 12 - Importazione di petrolio greggio in Italia: quantità (Mbarili) e costo CIF (€/barile). Periodo settembre 2000 - settembre 2001



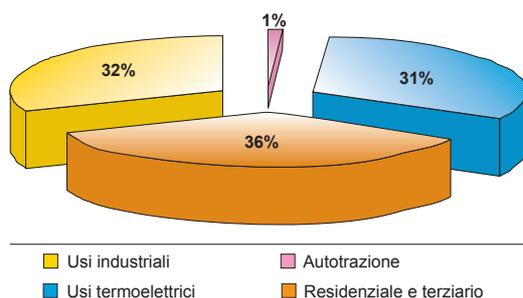
Fonte: Elaborazione ENEA di dati del Ministero delle Attività Produttive

1979 e il 1985 soltanto se espressi in termini reali. Si tratta degli anni in cui la fattura petrolifera, riferita in termini di PIL, toccava valori superiori al 4% del PIL e quella energetica superava anche il 5% del PIL. I 56 mila miliardi della fattura energetica del 2000 rappresentano, invece, il 2,5% del PIL, contro l'1,4 del 1999. Per limitarsi al greggio, il forte aumento di spesa deriva dalla combinazione del maggiore costo del greggio e dal deprezzamento dell'euro, e quindi della lira, rispetto al dollaro (-15%) (figura 12).

Nel 2000, il bilancio del gas naturale è caratterizzato da un ulteriore aumento dei consumi, passati da 67,9 a 70,4 miliardi di m³ standard (+3,8%). Essendo diminuita la produzione (-5%), i maggiori consumi sono stati soddisfatti attraverso importazioni crescenti, passate da 49,5 a 57,2 miliardi di m³ standard (+16%).

Il settore di utenza che ha più massicciamente contribuito alla crescita della domanda (+15%) è quello della generazione termoelettrica, mentre il settore resi-

Figura 13 - Gas naturale: consumi per settore di impiego in Italia. Anno 2000 (%)



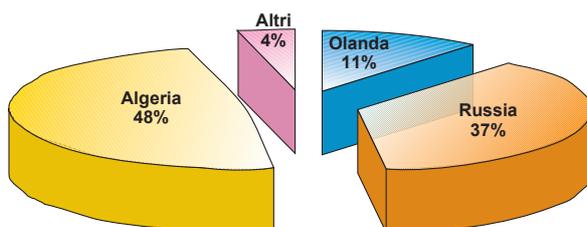
Fonte: Autorità per l'energia elettrica e il gas

denziale ha fatto registrare una flessione (-3,1%) a causa di una mite stagione invernale. La domanda del settore industriale è cresciuta del 3,9% (figura 13).

Il flusso delle importazioni di gas naturale (nell'anno 2000 più di 57 milioni di m³ standard) proviene essenzialmente da tre tradizionali fornitori (Algeria, Olanda e Russia), ai quali si aggiunge un contributo non rilevante della Nigeria (figura 14).

La richiesta di energia elettrica ha raggiunto nel 2000 circa 298 miliardi di kWh, con un aumento di più del 4% sull'anno precedente e di 1,2 punti superiore alla crescita del PIL. Nello stesso anno la produzione lorda di energia elettrica è stata di 276 miliardi di kWh, il 3,8% in più del 1999. Complessivamente, la produzione idrica è diminuita dell'1,6%, la geotermica è aumentata del 6,9% e quella eolica e fotovoltaica del 10,3%. La produzione termica tradizionale è cresciuta del 5,1% ed

Figura 14 - Gas naturale: origine delle importazioni in Italia. Anno 2000 (%)



Fonte: Autorità per l'energia elettrica e il gas

Tabella 4 - Bilancio dell'energia elettrica in Italia. Anni 1999-2000 (GWh)

| Flussi | 1999 | 2000 | 2000/1999 (%) |
|----------------------------------------|----------------|----------------|---------------|
| Produzione idrica lorda | 51.777 | 50.925 | -1,6 |
| Produzione termica lorda | 209.068 | 219.800 | 5,1 |
| Produzione geotermica lorda | 4.403 | 4.705 | 6,9 |
| Produzione eolica e fotovoltaica lorda | 409 | 451 | 10,3 |
| Totale produzione lorda | 265.657 | 275.881 | 3,8 |
| Energia per servizi | 12.920 | 13.455 | 4,1 |
| Totale produzione netta | 252.737 | 262.426 | 3,8 |
| Ricevuta da fornitori esteri | 42.539 | 44.831 | 5,4 |
| Ceduta a clienti esteri | 529 | 484 | -8,3 |
| Destinata ai pompaggi | 8.903 | 9.067 | 1,8 |
| Richiesta totale | 285.844 | 297.706 | 4,1 |

Fonte: GRTN (dati provvisori 2000)

al suo interno è aumentata la produzione da carbone e da gas a discapito di quella da olio combustibile. L'aumento percentualmente più rilevante è stato segnato dalla produzione da eolico e fotovoltaico che nel 2000 ha raggiunto i 451 GWh (tabella 4).

I dati del luglio 2000 mostrano che gli utenti con livelli di consumo di elettricità più bassi – fino a 1.200 kWh annui – sostengono un prezzo che è circa la metà di quello prevalente negli altri paesi europei. Di contro, le utenze con livelli di consumo più elevati sostengono un prezzo superiore alla media europea, con scostamenti fino al 61% (tabella 5).

Mediamente, lo scostamento dei prezzi italiani dalla media europea ponderata (in base ai volumi di consumo per paese e alla loro distribuzione per le classi considerate) può essere stimato pari al 23%. Tale divario è in linea con quello sopportato dalla famiglia media italiana (con potenza installata di 3 kW e consumi annui di 2.700 kWh) attorno alla quale si addensa gran parte dell'utenza domestica.

I prezzi dell'energia elettrica per le utenze industriali, sia al lordo che al netto delle imposte, risultano tra i più elevati in Europa (tabella 6), con scostamenti che tendono ad aumentare al crescere del livello di consumo. Il divario è massimo (oltre il 54%) nel caso della classe di consumo di 2 GWh annui. Il divario crescente con la media europea riflette anche l'aumento della componente relativa agli oneri di sistema inseriti nella tariffa elettrica per tutte le tipologie di consumo ed in particolare per quelle più elevate. L'andamento nel corso del 2000 mostra i primi effetti sui prezzi dell'elettricità dei cambiamenti strutturali in atto sui mercati euro-

Tabella 5 - Prezzi dell'energia elettrica per le utenze domestiche in alcuni paesi europei (1° luglio 2000; prezzi in lire/kWh a cambi correnti)

| | Consumo annuo 1.200 kWh | | | Consumo annuo 3.500 kWh | | |
|----------------------------------------|-------------------------|-----------|------------------------|-------------------------|-----------|------------------------|
| | Al netto delle imposte | | Al lordo delle imposte | Al netto delle imposte | | Al lordo delle imposte |
| | lire/kWh | 2000/99 % | lire/kWh | lire/kWh | 2000/99 % | lire/kWh |
| Austria | 219,5 | -3,7 | 298,3 | 184,3 | -3,0 | 256,1 |
| Belgio | 281,3 | -9,8 | 343,7 | 226,1 | -0,8 | 277,0 |
| Danimarca | 204,9 | 5,3 | 463,1 | 138,9 | 5,8 | 380,6 |
| Francia | 215,7 | -0,7 | 275,9 | 177,1 | -1,5 | 223,4 |
| Germania | 288,8 | -9,1 | 360,8 | 234,8 | -6,3 | 298,3 |
| Italia | 151,1 | 19,2 | 169,5 | 320,7 | -2,0 | 405,7 |
| Olanda | 225,1 | 10,9 | 288,5 | 176,7 | 11,8 | 263,2 |
| Regno Unito | 273,5 | -7,7 | 287,1 | 199,6 | -5,2 | 209,5 |
| Spagna | 221,7 | -2,1 | 270,3 | 173,3 | -2,1 | 211,3 |
| Svezia | 203,2 | 0,4 | 298,2 | 126,2 | 0,4 | 201,9 |
| Media UE (*) | 236,7 | -2,4 | 292,5 | 198,6 | -2,1 | 251,4 |
| Italia: scostamento dalla media UE (%) | -36,2 | | -42,1 | 61,5 | | 61,4 |

Fonte: Autorità per l'energia elettrica e il gas

(*) Media ponderata sul volume dei consumi nazionali registrati nel 1997

Tabella 6 - Prezzi dell'energia elettrica per usi industriali in alcuni paesi europei (1° luglio 2000; prezzi in lire/kWh a cambi correnti)

| | 2 GWh anno (500 kW, 4000 ore) | | | 24 GWh anno (4000 kW, 6000 ore) | | |
|----------------------------------------|-------------------------------|-----------|--------------------------|---------------------------------|-----------|--------------------------|
| | Al netto delle imposte | | Al lordo delle imposte** | Al netto delle imposte | | Al lordo delle imposte** |
| | lire/kWh | 2000/99 % | lire/kWh | lire/kWh | 2000/99 % | lire/kWh |
| Austria | Nd | Nd | Nd | Nd | Nd | Nd |
| Belgio | 147,4 | 3,4 | 147,4 | 118,8 | 4,5 | 118,8 |
| Danimarca | 96,3 | 5,1 | 109,3 | Nd | Nd | Nd |
| Francia | 106,0 | -3,5 | 106,0 | 91,2 | -4,1 | 91,2 |
| Germania | 130,8 | -14,8 | 143,2 | 100,1 | -18,2 | 112,5 |
| Italia | 166,7 | 26,4 | 199,3 | 147,8 | 36,5 | 156,2 |
| Olanda | 61,3 | -7,2 | 61,3 | 42,2 | -8,2 | 42,2 |
| Regno Unito | 123,5 | 11,8 | 135,8 | 111,3 | Nd | Nd |
| Spagna | 123,1 | 1,9 | 129,4 | 103,8 | 2,1 | 109,0 |
| Svezia | 75,1 | 5,9 | 75,1 | 58,4 | 3,9 | 58,4 |
| Media UE* | 121,9 | 3,2 | 129,1 | 98,7 | 2,4 | 104,4 |
| Italia: scostamento dalla media UE (%) | 36,8 | | 54,3 | 49,7 | | 49,7 |

Fonte: Autorità per l'energia elettrica e il gas

* Media ponderata sul volume dei consumi nazionali registrati nel 1997

** I prezzi sono al netto dell'IVA in quanto recuperabile dalle imprese

pei, culminati con l'accoglimento della direttiva 96/92/CE e con la conseguente apertura del mercato.

Per le utenze domestiche, la flessione della media europea riguarda tutte le tipologie di consumo, risultando compresa fra il 2% e il 3%. L'Italia registra una crescita tendenziale dei prezzi per le tipologie con consumi più bassi ed una flessione per quelle con consumi più elevati.

Il sistema energetico nazionale e l'ambiente

Il settore energetico rappresenta una delle maggiori sorgenti di emissioni di inquinanti atmosferici e di gas climalteranti. Il dettaglio delle emissioni in Italia per il 1999³ è riportato nella tabella 7. Le emissioni di anidride carbonica (CO₂), monossido di carbonio (CO), ossidi di zolfo (SO_x) e ossidi di azoto (NO_x), escluse quelle di origine naturale, sono prevalentemente dovute alla combustione di combustibili fossili.

Dal settore energetico nel suo complesso proviene inoltre il 60% delle emissioni dei composti organici volatili diversi dal metano (COVNM) e di particelle sospese totali o particolato (PST). Quote inferiori si rilevano per altre sostanze climalte-

Tabella 7 - Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera. Anno 1999

| Settori* | SO _x (Gg) | NO _x (Gg) | COVNM (Gg) | CO (Gg) | CO ₂ (Tg) | N ₂ O (Gg) | CH ₄ (Gg) |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 Energia | 894 | 1467 | 1136 | 5521 | 431 | 25 | 366 |
| Industrie energetiche | 555 | 183 | 8 | 37 | 147 | 5 | 4 |
| Industrie manifatturiere e costruzioni | 142 | 223 | 19 | 434 | 81 | 2 | 13 |
| Altri settori (Commerciale, Domestico, Agricoltura) | 44 | 200 | 94 | 594 | 81 | 8 | 23 |
| Trasporti | 111 | 853 | 932 | 4447 | 121 | 10 | 44 |
| Emissioni diffuse da carburante** | 43 | 8 | 83 | 9 | 1 | 0 | 282 |
| 2 Processi industriali | 29 | 4 | 50 | 161 | 22 | 22 | 5 |
| 3 Solventi | 0 | 0 | 453 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4 Agricoltura | 0 | 1 | 2 | 25 | 0 | 82 | 903 |
| 5 Suolo e foreste | 0 | 1 | 3 | 22 | -16 | 0 | 3 |
| 6 Rifiuti | 1 | 18 | 30 | 344 | 0 | 1 | 684 |
| Totale | 924 | 1490 | 1674 | 6072 | 457 | 129 | 1965 |

Fonte: Agenzia Europea dell'Ambiente, 2001

* Classificazione IPCC

** Derivano dalla produzione, processamento, distribuzione, immagazzinamento ed uso di carburanti. Non includono le evaporazioni dai veicoli

³ Il particolato primario non compare nella tabella perché sono in corso revisioni del relativo inventario, soprattutto per la necessità di distinguere la quota di polveri di minori dimensioni (esempio PM₁₀).

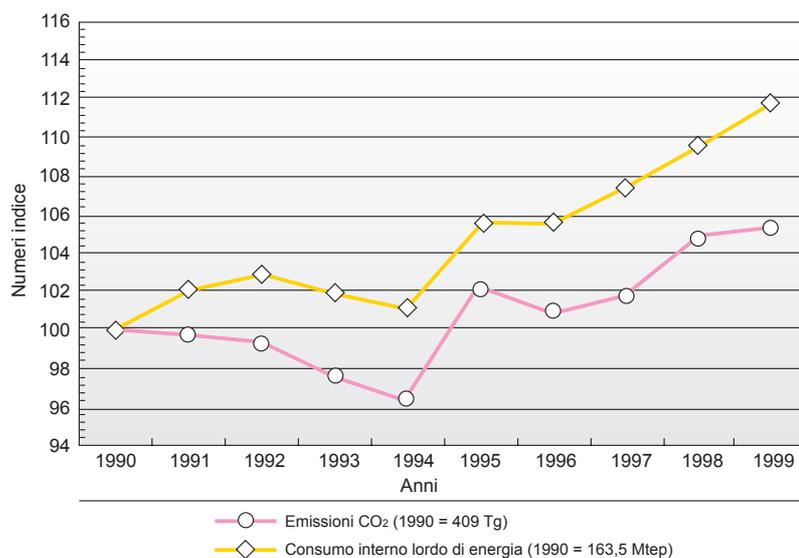
ranti, quali il protossido d'azoto (N_2O) ed il metano (CH_4), alle cui emissioni i processi energetici contribuiscono per circa il 19%.

È utile ricordare che le emissioni in atmosfera imputabili ai processi energetici costituiscono una parte indubbiamente rilevante, ma non esaustiva. In particolare, i processi energetici spiegano sostanzialmente la quasi totalità delle emissioni di CO_2 e di SO_x .

Tra queste due sostanze esiste peraltro una notevole differenza: le emissioni di ossidi di zolfo sono correlate alla qualità dei combustibili, segnatamente alla percentuale di zolfo presente, mentre quelle di anidride carbonica dipendono direttamente dalla quantità e dal tipo di combustibile impiegato. Su quest'ultimo aspetto, risulta utile esplicitare la stretta relazione tra consumi energetici ed emissioni di anidride carbonica.

Gli andamenti del consumo interno lordo di energia e delle emissioni di CO_2 sono, come è noto, strettamente correlati (figura 15). Per 6 anni sugli 8 considerati, ad un aumento del consumo interno lordo è corrisposto un aumento delle emissioni di anidride carbonica. Soltanto nel 1991 e nel 1996 ad un aumento dei consumi è corrisposta una diminuzione delle emissioni di CO_2 .

Figura 15 - Consumi energetici nazionali ed emissioni di CO_2 (numeri indice, 1990=100)



Fonte: ENEA, ANPA

Questo evidenzia che nemmeno l'aumento dell'impiego del gas naturale ha arrestato la crescita delle emissioni di CO₂.

Non vanno poi dimenticate le questioni relative al trasporto via mare del greggio e dei prodotti petroliferi, e alla regolazione internazionale della protezione ambientale, di primaria importanza per le sorti dell'industria petrolifera, delle compagnie di trasporto e dell'industria cantieristica. In particolare, l'attenzione si è focalizzata: sulla disponibilità di naviglio, per le esportazioni dal Medio Oriente, per la graduale sostituzione dei vecchi tankers con i nuovi a doppio scafo; su accordi volontari tra le parti industriali e l'amministrazione pubblica interessate ad una razionale organizzazione del trasporto e delle strutture portuali; sulla possibilità di iniziative unilaterali dell'amministrazione pubblica per l'interdizione alla navigazione di parte delle acque territoriali e di strutture portuali caratterizzate da particolare vulnerabilità ambientale.

La chiusura della laguna veneta ai tankers non provvisti di doppio scafo, l'iniziativa volontaria delle compagnie aderenti all'Unione Petrolifera di non far transitare le petroliere proprie o noleggiate, cariche o in zavorra, per le Bocche di Bonifacio e l'accordo volontario sulla sicurezza della navigazione nei porti e nelle acque territoriali italiane sono concreti esempi di iniziative intraprese nel settore.

Nuove opportunità per le fonti energetiche rinnovabili

Gli attentati terroristici dell'11 settembre costringono a riconsiderare la sicurezza delle grandi infrastrutture energetiche, dalle raffinerie agli oleodotti e gasdotti, alle linee di trasmissione elettriche, alle installazioni di generazione convenzionali e, soprattutto, a quelle nucleari, vulnerabili ad attacchi con conseguenze che potrebbero essere catastrofiche.

Il paradigma economico che ne ha regolato sinora la taglia andrà incrociato con la necessità – e soprattutto il costo – di garantirne anche la sicurezza. Si avvicina, forse, l'orizzonte temporale per la fattibilità dei sistemi di generazione distribuita, che richiedono infrastrutture di dimensione più ridotte, aumentando, per questa via, il livello di sicurezza complessivo dei sistemi energetici. In schemi di produzione di energia più prossimi al punto di utilizzo, le rinnovabili ritrovano un valore addizionale e ulteriori opportunità di penetrazione.

Dai circa 12,7 Mtep del 1990, il contributo delle fonti energetiche rinnovabili al bilancio energetico nazionale è aumentato fino ai 16,7 Mtep del 2000, con un incremento di circa il 32%. Nello stesso periodo, l'energia prodotta dalle sole fonti rinnovabili non tradizionali è aumentata del 72% (tabella 8). In Italia, il consumo annuo di biocombustibile (sostanzialmente biodiesel) nel 1999 e nel 2000 è valutato in un equivalente di energia fossile sostituita di 80 ktep, corrispondente all'intero contingente defiscalizzato. Nella finanziaria per l'anno 2001 la quantità di biodie-

Tabella 8 - Fonti energetiche rinnovabili in Italia: equivalente dell'energia da fonti fossili sostituita. Anni 1990-2000 (ktep)

| | 1990 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 ⁴ |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| Idroelettrica ¹ | 6.958 | 8.312 | 9.248 | 9.152 | 9.067 | 9.979 | 9.816 |
| Eolica | 0 | 2 | 7 | 26 | 51 | 89 | 98 |
| Solare | 6 | 10 | 10 | 10 | 13 | 13 | 15 |
| Geotermia | 909 | 969 | 1.041 | 1.072 | 1.140 | 1.182 | 1.248 |
| RSU | 191 | 124 | 134 | 172 | 267 | 382 | 520 |
| Legna e assimilati ² | 4.578 | 4.661 | 4.638 | 4.654 | 4.687 | 4.696 | 4.696 |
| Biocombustibili | 0 | 65 | 45 | 0 | 80 | 80 | 80 |
| Biogas | 9 | 19 | 59 | 95 | 142 | 167 | 200 |
| Totale | 12.652 | 14.162 | 15.183 | 15.182 | 15.447 | 16.587 | 16.673 |
| Di cui non tradizionali ³ | 1.169 | 1.265 | 1.278 | 1.342 | 1.624 | 1.803 | 2.009 |

¹ Solo elettricità da apporti naturali.

² La serie, che include il risultato dell'indagine ENEA sul consumo di legna da ardere nelle abitazioni è stata consolidata rispetto a quanto riportato nel REA 2000 alla luce di una nuova indagine che ha ridimensionato la stima del consumo di legna da ardere nel settore residenziale da 5,2 Mtep a 3,6 Mtep.

³ Eolico, solare, RSU, teleriscaldamento a legna, legna ed assimilati per la produzione di energia elettrica e calore in impianti industriali (l'utilizzo della legna da ardere nel settore residenziale, stimato in 3,6 Mtep, è escluso perché impiego tradizionale), biocombustibili, biogas.

⁴ Dati provvisori e stime.

Fonte: Elaborazioni ENEA di dati di origine diversa

sel esentato da accisa passa da 125.000 tonnellate a 300.000 tonnellate.

È stato recentemente attivato un accordo volontario fra gli operatori per introdurre progressivamente nella rete di distribuzione nazionale di carburanti miscele biodiesel-gasolio con percentuali di biodiesel fino al 5%. Lo stesso accordo prevede l'utilizzo di miscele a più elevato contenuto di biodiesel nelle flotte di trasporto pubblico e in quelle dei servizi di pubblica utilità.

Un maggiore utilizzo di sostituti di origine vegetale del gasolio offre benefici di differente natura: contribuendo a contenere la domanda di gasolio, concorrerà alla stabilità dei mercati energetici e a ridurre le emissioni di CO₂ e di altri inquinanti, potrà avere un effetto positivo sull'occupazione nel settore agricoltura e renderà possibile il recupero di aree marginali.

Nel 2001 sono partiti inoltre tre progetti specifici relativi al programma *Tetti fotovoltaici*, per la realizzazione di impianti collegati alla rete elettrica e integrati nelle strutture edili (tetti, terrazze, facciate, elementi di arredo urbano). I tre progetti riguardano: impianti fotovoltaici di taglia compresa tra 1 kW_p e 20 kW_p per i soggetti pubblici; impianti fotovoltaici da 1 a 20 kW_p per i privati e i soggetti pubblici non ricadenti nel primo programma; impianti fotovoltaici di grande taglia, almeno 30 kW_p da integrare in edifici di alta valenza architettonica.

I soggetti ammessi alla richiesta hanno presentato complessivamente 586 pro-

getti per un totale di 6.600 kW. Le richieste di finanziamento hanno esaurito le risorse allocate inizialmente (20 miliardi di lire).

Sono state reperite risorse aggiuntive per altri 23 miliardi di lire e, in tal modo, il Ministero dell'Ambiente ha potuto proporre alle Regioni interessate le ripartizioni al 50% della copertura mancante, pari a 46 miliardi di lire.

Con il secondo progetto, rivolto anche ai privati cittadini e gestito direttamente dalle Regioni, a fronte di risorse del Ministero dell'Ambiente per 40 miliardi, le Regioni cofinanziano l'iniziativa con 17 miliardi di lire. In questo modo sarà possibile la realizzazione di circa 2000 impianti fotovoltaici. Il contributo totale (Ministero e Regioni) è pari al 75% del costo degli impianti (IVA esclusa). Ipotizzando una taglia media degli impianti pari a 2,5 kW_p e la realizzazione di circa 2000 sistemi fotovoltaici si installerebbero complessivamente circa 5 MW_p di potenza fotovoltaica.

L'impegno dell'ENEA nella produzione d'energia ad alta temperatura mediante sistemi solari a concentrazione

Nell'ambito del Piano strategico 2001-2003, l'ENEA ha definito un programma di ricerca, sviluppo e dimostrazione nel campo della produzione d'energia solare termica su scala industriale. Il programma è articolato su produzione e accumulo di calore a media temperatura (550 °C) per la produzione di energia elettrica e su produzione e accumulo di calore ad alta temperatura (superiore agli 850 °C) per la produzione di idrogeno. I due settori di intervento sono caratterizzati da livelli di maturità tecnologica molto diversi; in entrambi i casi è tuttavia necessaria una forte azione di ricerca e sviluppo. La produzione di energia elettrica da solare termodinamico è stata sperimentata e dimostrata utilizzando diverse tecnologie di raccolta e concentrazione della radiazione solare: sistemi a collettori parabolici lineari, sistemi a torre e sistemi a concentrazione puntiforme. La tecnologia più matura è quella dei collettori parabolici lineari: da oltre 10 anni sono in esercizio nel deserto del Mojave, in California, nove grandi impianti di questo tipo, per oltre 350 MWe complessivi. Questa tecnologia, tuttavia, presenta alcune serie limitazioni, che ne hanno impedito la diffusione più ampia.

Il programma dell'ENEA prevede una serie di profonde innovazioni che riguardano i punti critici individuati.

L'introduzione di queste innovazioni richiede una fase preliminare di ricerca, sviluppo e sperimentazione dei componenti, sia in laboratorio che sul campo, in condizioni reali di esercizio, e una fase successiva di sperimentazione su un impianto dimostrativo di taglia significativa per il trasferimento della tecnologia all'industria.

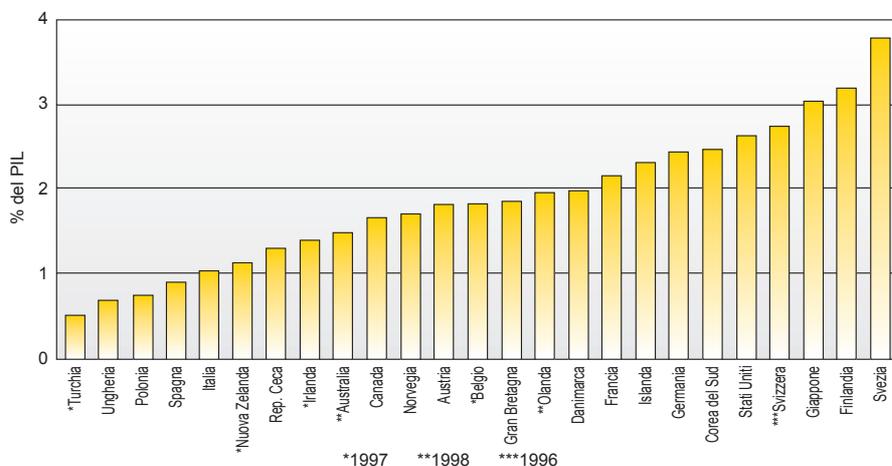
L'idrogeno costituisce un vettore energetico utilizzabile già oggi sia per il trasporto di energia che per la generazione di elettricità o calore con ridotte emissioni locali. L'idrogeno prodotto da fonte solare, invece, costituirebbe una vera e propria fonte primaria, sostituto ideale del gas naturale e del petrolio in tutte le ap-

plicazioni. In particolare, l'idrogeno prodotto da fonte solare appare come il combustibile di elezione per la tecnologia delle celle a combustibile, consentendo di realizzare un ciclo di produzione dell'elettricità ad elevata efficienza e ad emissioni praticamente nulle. Di fatto, la produzione dell'idrogeno da fonte solare risulta oggi l'unico vero ostacolo all'avvio della dimostrazione su larga scala della generazione di elettricità "a emissioni zero" con celle a combustibile. Le celle a combustibile, infatti, sono già disponibili su scala prototipale e, per alcune tecnologie ed applicazioni, si è già prossimi alla diffusione commerciale; al fine di rendere realmente rinnovabile l'intero ciclo occorre, però, sviluppare le tecnologie di produzione dell'idrogeno da fonte solare.

Spese per le attività di ricerca e sviluppo

Nel 1999 i paesi dell'area OCSE hanno speso, in media, il 2,2% del PIL in attività di ricerca e sviluppo (figura 16). Tra il 1981 ed il 1999 la spesa per R&S è cresciuta di circa il 4% all'anno, accelerando nella seconda parte degli anni 90. In questi anni, in particolare, la quota della spesa per R&S sul PIL si è mantenuta stabile in Europa mentre è cresciuta negli Stati Uniti ed in Giappone. In effetti l'aumento della quota americana è dovuto ad un aumento delle spese per ricerca, laddove l'aumento giapponese riflette un rallentamento della crescita del PIL.

Figura 16 - Quota delle spese per attività di ricerca e sviluppo sul PIL nei paesi OCSE. Anno 1999 (% del PIL)



Fonte: OECD

L'attività di R&S svolta nelle imprese e negli enti pubblici in Italia (escluse le università) risulta nel 1998 in aumento rispetto al 1997, con prospettive di consolidamento nel biennio 1999-2000.

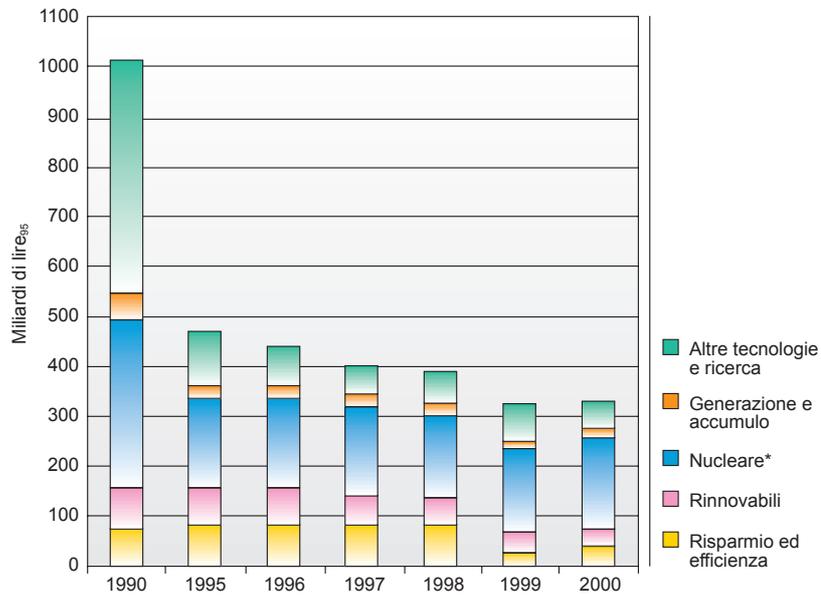
I dati relativi al triennio 1998-2000 inducono ad un cauto ottimismo rispetto ad un aumento della spesa per R&S che avvicini progressivamente l'Italia ai livelli prevalenti nei paesi più industrializzati.

L'incremento della spesa complessiva per R&S (escluse le università) è pari al 4,9% in termini monetari contro il 2,8% dell'anno precedente. In termini reali l'incremento tra 1997 e 1998 è del 2,2%, rispetto allo 0,3% registrato tra 1996 e 1997. Alla luce dei dati preliminari relativi al 1999 ed al 2000, che indicano aumenti rispettivamente pari al 9,1% e al 5% in termini nominali (+7,5% e +3,6% in termini reali), si può cogliere un segnale di inversione di tendenza nella spesa per R&S, dopo la lunga fase di riduzione manifestatasi negli anni novanta. Tuttavia, la spesa italiana per R&S resta su livelli strutturalmente più bassi di quelli raggiunti all'inizio degli anni 90.

Considerando la sola attività di R&S nel settore energetico, i livelli di spesa, in moneta corrente, e ancor di più in moneta costante, inducono le ovvie e in parte scontate considerazioni sul netto calo registrato nel decennio fino al 1999 (figura 17), calo tra l'altro già indicato in documenti precedenti.

Potrebbe essere interessante cogliere il cambiamento di tendenza che sembra emergere dai dati del 2000 e sperare che esso possa consolidarsi nel 2001.

Figura 17 - Spesa governativa di R&S energetica in Italia per settore tecnologico. Anni 1990-2000 (miliardi di lire₉₅)



Fonte: ENEA

* Fusione, rifiuti e sicurezza

Edito dall'ENEA
Unità Comunicazione e Informazione
Servizio Edizioni e Documentazione
Lungotevere Thaon di Revel 76 – 00196 ROMA
www.enea.it

Copertina: Bruno Giovannetti (ENEA)

Grafica e stampa: Litografia Fabiano
Canelli (AT)

Finito di stampare nel mese di dicembre 2001
