

## INTRODUZIONE

Come dimostrato dal dibattito pubblico in corso in queste settimane, la questione energetica nel suo complesso è candidata a rappresentare uno dei banchi di prova più impegnativi per i governi degli anni prossimi. Del resto, dalla capacità di produrre energia per la produzione di elettricità, calore e per lo spostamento di uomini e merci è una condizione irrinunciabile per la crescita economica e sociale di ogni paese. Il problema energetico, d'altro canto, non può prescindere da considerazioni che riguardano tanto la disponibilità di fonti fossili tradizionali quanto l'impatto ambientale e sanitario che il loro uso comporta.

### 1. Produzione di energia

Lo sviluppo industriale si è basato soprattutto sull'uso dei combustibili fossili e in misura minore, sull'energia nucleare, prodotta da elementi radioattivi. Nel nostro paese, grazie al referendum del 1987, la produzione di energia nucleare è stata vietata e la crescita è avvenuta facendo ricorso ai combustibili fossili tradizionali quali petrolio, carbone e gas (Fig.1) [1]

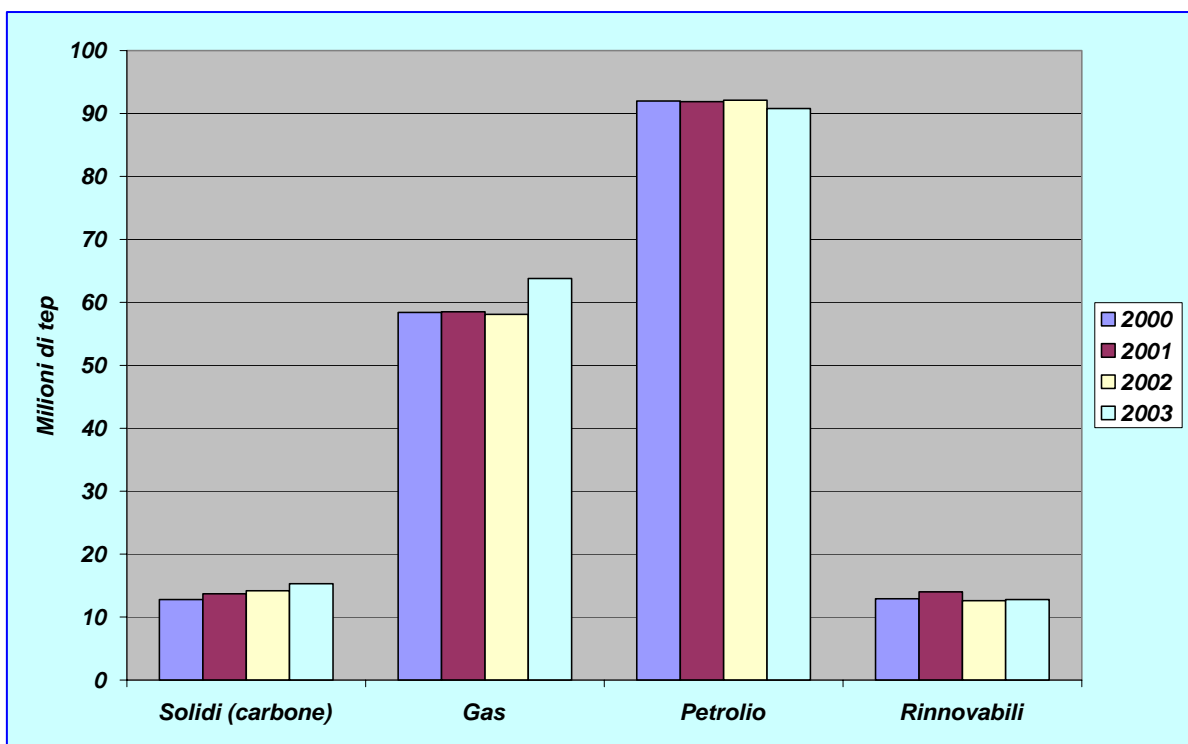


Figura 1

Come si vede, il petrolio gioca un ruolo prevalente nella bilancia complessiva, seguito dal gas naturale e dal carbone, tutti combustibili fossili (formati a seguito di trasformazioni della materia organica avvenute nel corso di milioni di anni) non rinnovabili mentre la quota delle energie rinnovabili è assolutamente marginale ed è addirittura leggermente in diminuzione rispetto alla metà degli anni '90. Dal momento che i giacimenti nazionali di combustibili fossili sono di dimensioni modeste, ne consegue che il nostro paese dipende dalle importazioni per oltre l'85,5% del totale del fabbisogno energetico nazionale.

Tra i vari settori di applicazioni, quello della produzione energetica assorbe circa il 27% dei combustibili, mentre la produzione industriale, gli usi civili ed i trasporti incidono per circa il

21% ciascuno ed il rimanente 10% è diviso tra usi non energetici ed attività minori (pesca, agricoltura, artigianato etc.).

### 1.1 PRODUZIONE ENERGETICA NAZIONALE

Il problema dell'approvvigionamento energetico è da sempre al centro del dibattito politico, ma negli ultimi tempi si è assistito ad un'accelerazione dovuta a diversi fattori. Da una parte si assiste ad uno stabile incremento della domanda energetica complessiva, come mostrato in figura 2.

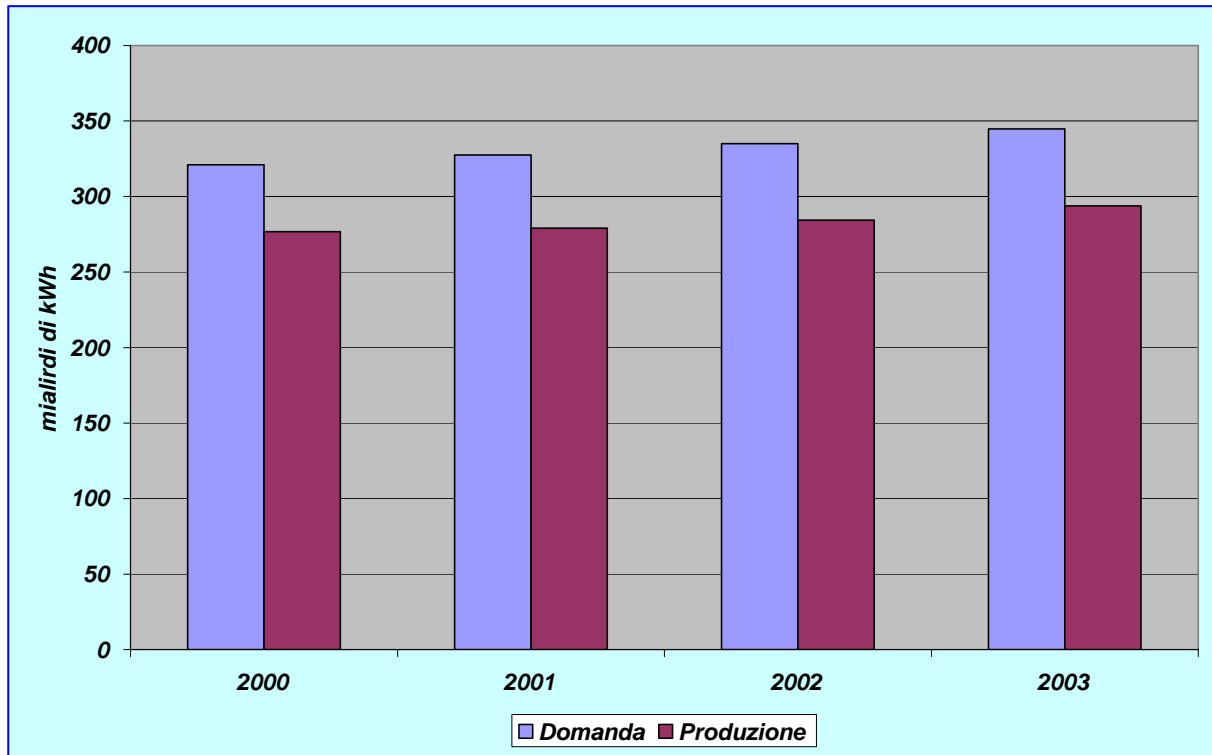


Figura 2

L'aumento complessivo della domanda energetica comporta un incremento della quota di energia importata dall'estero come mostrato in figura 3.

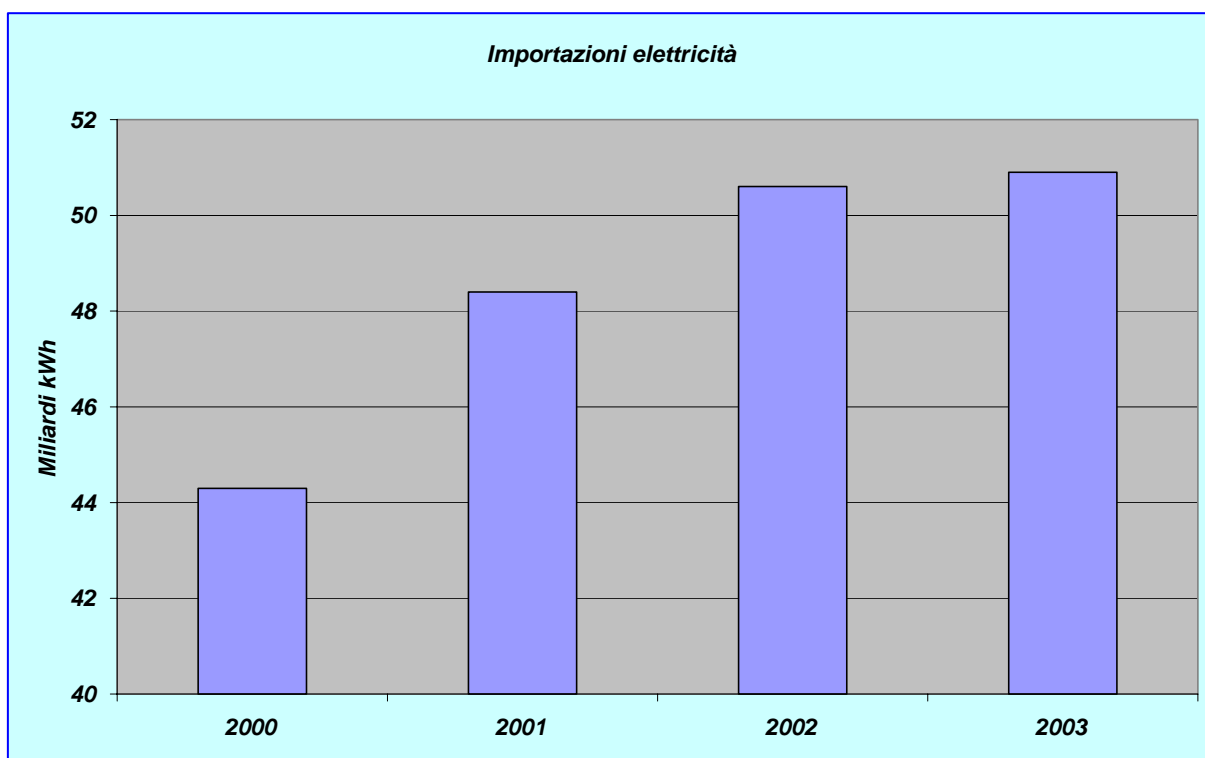


Figura 3

Il problema dell'approvvigionamento energetico comporta l'analisi di diversi aspetti. Innanzi tutto le previsioni delle scorte di combustibili fossili dimostrano l'urgenza di azioni concrete. Per ciò che concerne il petrolio, si stima che i giacimenti conosciuti siano in grado di soddisfare la domanda mondiale ancora per 38 anni [3] dal momento che dagli inizi degli anni '70 ad oggi non sono stati scoperti giacimenti importanti di "oro nero". In termini economici, però, il problema inizierà a peggiorare significativamente già a partire dal 2008-2014, anni in cui si dovrebbe raggiungere il picco estrattivo, ovvero lo sfruttamento del 50% delle riserve conosciute [4]. Nel momento in cui si raggiungerà il picco, infatti, il prezzo del greggio sarà destinato ad aumentare sempre più.

Per quanto riguarda le altre fonti fossili, le riserve di gas si stimano in poco più di 60 anni mentre il carbone rappresenta l'unica fonte fossile in grado di soddisfare la domanda per oltre 200 anni [5].

Per ciò che concerne l'uranio 235 (la frazione nobile estratta dai minerali uraniferi di cui rappresenta solo lo 0,03%) le riserve conosciute sono appena sufficienti a garantire combustibile per circa 100 anni per le 440 centrali termonucleari attualmente in funzione [6].

Oltre alla disponibilità delle diverse fonti energetiche, va anche considerato l'impatto complessivo che il loro uso comporta anche alla luce degli obblighi internazionali.

## 1.2 SCELTE ENERGETICHE E CAMBIAMENTI CLIMATICI

È ormai universalmente accettato che l'uso massiccio dei combustibili fossili è coinciso con l'aumento in atmosfera di alcuni gas in grado di trattenere al suolo il calore emanato dalla terra riscaldata dal sole. In particolare, è aumentata l'immissione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e gas a base di fluoro (F gas)

tutti con capacità “serra”, di intrappolare cioè il calore . Ciò ha comportato un aumento delle temperature medie al suolo con conseguenze multiple tanto sull’ambiente che sulla salute umana, come riportato nella tabella che segue tratta dall’ultimo rapporto scientifico del gruppo di lavoro dell’ONU (IPCC) [7].

<b>Indicatore</b>	<b>Cambiamenti osservati</b>
<b>Indicatori biologici e fisici</b>	
Concentrazione atmosferica di CO <sub>2</sub>	Da 280 ppm nel periodo tra il 1000 ed il 1750 a 368 ppm nel 2000 (aumento 31±4%)
Concentrazioni atmosferiche di metano	700 ppb tra 1000 ed il 1750 a 1,750 ppb nel 2000 (aumento 151±25%)
Concentrazioni atmosferiche di ossidi di azoto	70 ppb tra il 1000 ed il 1750 a 316 ppb nel 2000 (incremento 17±5%)
Temperature medie globali	Aumentate di 0.6±0.2°C nel 20° secolo; aree terrestri riscaldate più di quelle marine
Differenza delle temperature tra il giorno e la notte	Diminuita tra il 1950 ed il 2000; temperature minime notturne aumentate del doppio rispetto ai massimi diurni
Precipitazioni continentali	Aumentate del 5–10% nel secolo 20° nell'emisfero Nord; diminuite nelle regioni aride e semiaride (Africa nord e Nord occidentale e parti del Mediterraneo). Aumento delle alluvioni, delle frane, delle valanghe e degli smottamenti Aumento dell'erosione del terreno
Aumento della siccità nelle latitudini medie e meridionali	Riduzione dei raccolti; danneggiamento delle fondamenta degli edifici; riduzione delle riserve d'acqua; aumento dei rischi di incendi forestali
Aumento nel numero ed intensità di cicloni	Aumento dei decessi e dei ferimenti; possibilità di sviluppo di malattie infettive; aumento del rischio di erosione costiera e danneggiamento delle costruzioni costiere; aumento dei danni ad ecosistemi costieri (barriere coralline, foreste di mangrovie)
Livello medio del mare	Aumentato al ritmo annuo di 1-2 mm durante il 20° secolo
Durata della copertura di ghiaccio di fiumi e laghi	Ridotta di circa 2 settimane durante il 20° secolo alle latitudini medie e alte dell'emisfero boreale

Spessore ed estensione del ghiaccio sul mare Artico	Assottigliamento del 40% alla fine dell'estate e l'inizio dell'autunno; diminuzione del 10-15% a partire dal 1950 per primavera ed estate
Ghiacciai	Arretramento durante il 20° secolo
Copertura nevosa	Una diminuzione del 10% dell'area interessata coperta da neve a partire dall'inizio delle osservazioni satellitari (anni '60)
Permafrost	Ridotto in spessore in regioni polari, sub polari e montane
El Niño	Maggior frequenza, persistenza ed intensità durante gli ultimi 20-30 anni comparati con i precedenti 100 anni
Stagioni agricole di crescita	Allungate di circa 1-4 giorni durante gli ultimi 40 anni soprattutto nell'emisfero Nord e alle latitudini superiori
Distribuzione di piante ed animali	Slittato verso Nord e ad altitudini superiori per piante, insetti, uccelli e pesci
Riproduzione, fioritura e migrazione	Fioritura precoce, arrivo degli uccelli anticipato, anticipo della stagione riproduttiva ed anticipo dell'apparizione degli insetti nell'emisfero settentrionale
Sbiancamento della barriera corallina	Aumento della frequenza soprattutto in durante El Niño

I gas serra vengono rilasciati da ciascuna attività di combustione e diversi comparti partecipano alla loro emissione in atmosfera. In Italia, le emissioni di CO<sub>2</sub> coprono l'85% di quelle dei gas serra, seguita da quelle dell'N<sub>2</sub>O e di metano con l'8% ed il 7% del totale rispettivamente. Tra i comparti produttivi, la produzione di energia è responsabile per oltre 2/3 delle emissioni totali (61%).

Per far fronte ai cambiamenti climatici, nel corso del Summit per la Terra del 1992 a Rio de Janeiro è stata firmata la Convenzione Quadro sul Clima che nel 1997 ha portato alla stesura del Protocollo di Kyoto che il 16 febbraio 2005 diventerà vincolante per i 128 paesi che l'hanno ratificato. Questo strumento tecnico stabilisce di quanto ciascun paese deve tagliare le proprie emissioni dei gas che alterano il clima rispetto ai loro livelli di emissione del 1990, quando nel nostro paese venivano emesse circa 509 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>eq ( la CO<sub>2</sub>eq è l'insieme dei gas serra rapportati alla CO<sub>2</sub>). Secondo il Protocollo, l'Italia avrebbe dovuto tagliare le emissioni complessive del 6,5% portandole a circa 476 milioni di tonnellate CO<sub>2</sub>eq. A tutt'oggi, al contrario, le emissioni sono cresciute grosso modo della quota da tagliare (+ 6,5%) portando le necessità di taglio al 13%

rispetto ai valori del '90, ovvero una riduzione delle emissioni di circa 50 milioni di tonnellate CO<sub>2</sub>eq [8].

Al di là delle considerazioni in merito alla necessità di intervento urgente per invertire al più presto la tendenza dei cambiamenti climatici, l'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto prevede il pagamento di una multa per ogni tonnellata di CO<sub>2</sub>eq emessa in aggiunta alle quote assegnate a ciascun paese.

In questo scenario appare decisamente folle l'ipotesi di aumentare la quota di carbone da usare nelle centrali elettriche.

Nonostante sia indiscutibile l'aumento della resa del carbone e la possibilità di ridurre le emissioni degli ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) e di azoto (NO<sub>x</sub>), il carbone rimane il combustibile fossile che, a parità di energia prodotta emette più anidride carbonica. In particolare, la combustione di una tonnellata di carbone produce 3,8 tonnellate di CO<sub>2</sub>, contro le 3,1 tonnellate/ tonnellata di petrolio e le 2,3 t di CO<sub>2</sub>/tonnellata di gas naturale.

Nonostante il miglioramento tecnologico atteso per gli impianti a carbone, si stima che la differenza di emissioni rimarrà sostanzialmente costante rispetto all'uso del gas [9] rendendo quest'ultimo la fonte fossile con minor rilascio di gas serra [3].

Ma, stando alle previsioni del Governo contenute nella delibera CIPE 123 del 2002, in realtà le emissioni potrebbero aumentare ulteriormente sia per il settore energetico che quello dei trasporti lasciando che il taglio delle emissioni avvenga in altri settori. Se il piano dovesse attuarsi, le emissioni del nostro paese sarebbero superiori al tetto previsto dal Protocollo di Kyoto di circa 100 milioni.

A partire da quest'anno, ogni tonnellata di CO<sub>2</sub>eq emessa in più rispetto alle quote assegnate costerà 40 € fino al 2007, per poi salire fino a 100 €/t CO<sub>2</sub>eq entro il 2012.

Questo significa che se il nostro paese dovesse continuare ad emettere CO<sub>2</sub>eq al ritmo attuale, potremmo dover pagare da 4 a 10 miliardi €/anno.

### 1.3 RISPARMIO ED EFFICIENZA

La dipendenza dell'Italia dall'estero sia per quanto riguarda l'importazione di combustibili fossili che l'elettricità avrebbe dovuto spingere ad ottimizzare efficienza e risparmio energetico e a sviluppare energia pulita da fonti rinnovabili.

Al contrario, la domanda continua a crescere mentre sul risparmio energetico, che potrebbe comportare una riduzione della domanda complessiva di circa il 18% del fabbisogno nazionale, le azioni concrete sono pressoché nulle.

Nel caso della produzione energetica, si stima che circa il 15% dell'energia usata viene sprecata in forma di calore non recuperato mentre è riconosciuto che l'efficienza della cogenerazione è doppia rispetto alla produzione separata di energia e calore [3].

A livello domestico, oltre il 77% dell'energia (kWh/mq) viene impiegato per il riscaldamento, il 10% per la produzione di acqua calda e circa il 6% per elettricità ed uso di cucina. Considerando che per scaldare un appartamento di medie dimensioni nel centro-nord Italia occorrono circa 1.200 l/anno di gasolio o 1.000 mc di gas, è possibile agire su facili strumenti, come una migliore coibentazione ed orientamento dell'abitazione e l'impiego di economizzatori è possibile arrivare fino ad un risparmio del 30-40% dei consumi senza alcun disagio. Ciò corrisponde ad una riduzione fino a 3 t/abitazione di CO<sub>2</sub>eq, una quota non trascurabile se si pensa che ogni anno nel nostro paese vengono costruiti 10.000 nuovi alloggi.

Per ciò che riguarda i consumi elettrici, semplici misure come quelle di sostituzione delle vecchie lampade ad incandescenza con quelle a risparmio energetico potrebbero comportare una riduzione consistente della domanda energetica ad uso domestico. Ma sull'uso domestico di elettricità, è necessario anche considerare che la crescita esponenziale nell'uso di condizionatori d'aria, ha portato ad un aumento dei consumi di

elettricità anche durante i mesi estivi, quando in teoria la domanda dovrebbe decrescere per l'assenza dei sistemi di riscaldamento ed il maggior numero di ore diurne. Come si vede in figura 4 [2], al contrario, dal mese di giugno a quello di ottobre, i consumi sono addirittura superiori a quelli dei mesi invernali, con la sola eccezione del mese di agosto quando la maggior parte delle attività industriali si ferma. Nonostante ciò, nel 2003, anno di eccezionale caldo estivo, i consumi annuali più bassi del mese di agosto sono stati pari a quelli più alti del mese di luglio degli anni '98-'99. Non solo. La differenza di consumi tra il mese di aprile (più bassi escludendo agosto) e quello di luglio è in continuo aumento come dimostrato nella figura 5 [2].

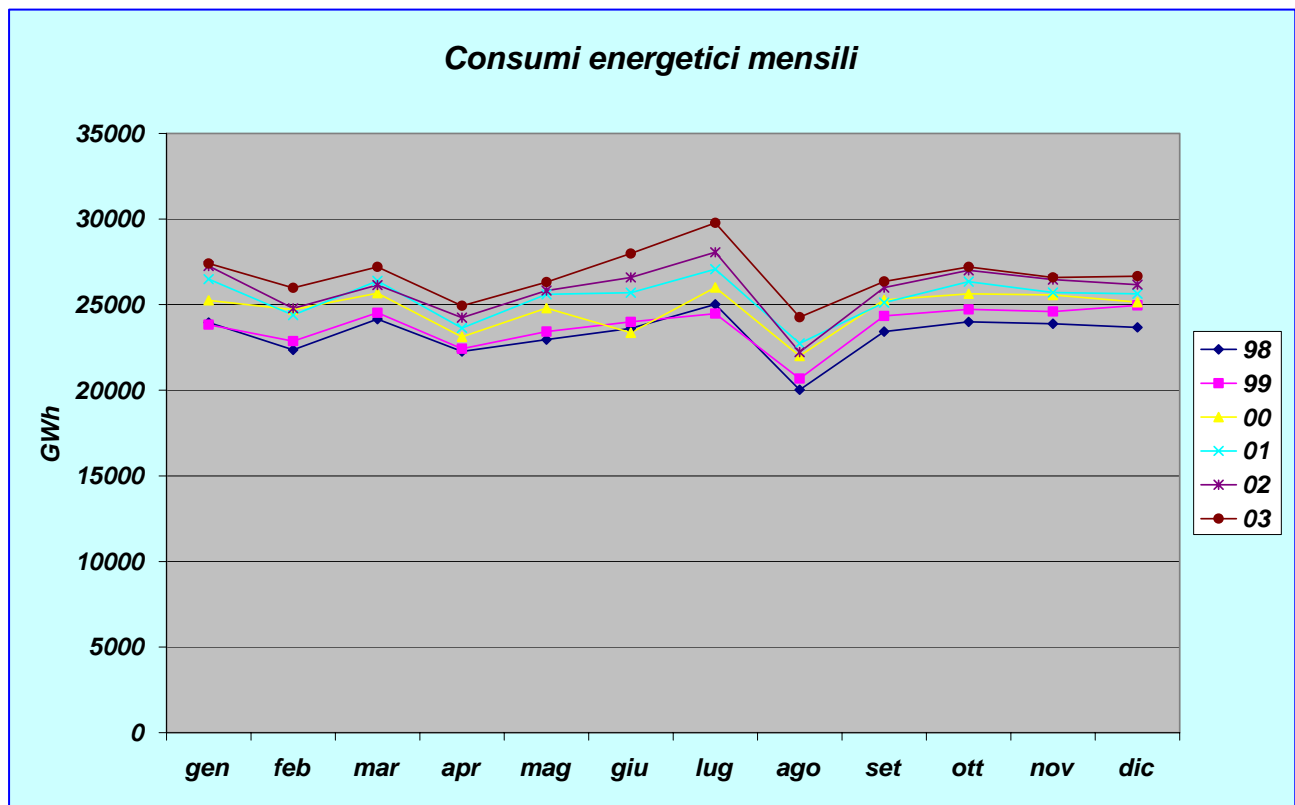


Figura 4

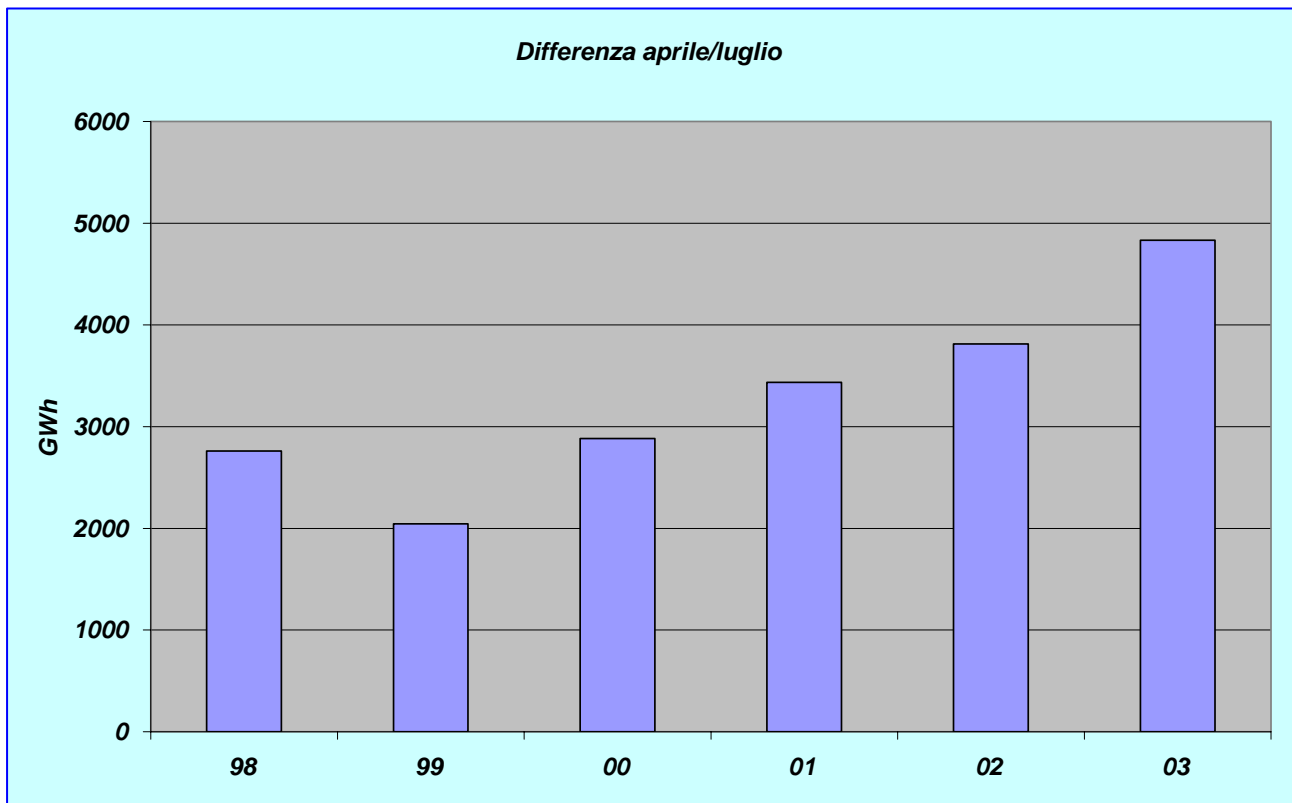


Figura 5

A questo dato va aggiunto che le emissioni del gas refrigerante maggiormente usato nei condizionatori (HFC) sono aumentate del 24,8% tra il 1995 ed il 2002 nei 15 paesi europei [10].

Questi gas presentano un potere serra pari a 3.300 volte quello della CO<sub>2</sub> su una scala temporale di 20 anni.

Un miglior isolamento termico delle abitazioni unitamente a facili tecniche di costruzione richiederebbero un minor intervento per ottimizzare la temperatura interna.

Nel caso del raffreddamento, va considerato che il caldo percepito è dato da almeno tre fattori: temperatura, umidità e ventilazione. I condizionatori agiscono solo sul primo fattore, mentre l'uso di ventilatori, che hanno un consumo di circa 30 W contro gli 800-1000 dei condizionatori, agiscono anche sullo spostamento dell'aria e l'evaporazione dell'umidità corporea superficiale.

Il risparmio energetico considerevole va sommato al beneficio dell'assenza di gas climalterati presenti nei condizionatori d'aria.

#### 1.4 FONTI RINNOVABILI

La produzione nazionale di energia da fonti rinnovabili è assolutamente trascurabile rispetto alla domanda interna e, come mostrato in figura 6, rappresenta una percentuale irrisoria. Inoltre, negli ultimi anni, la sua crescita ha subito un ulteriore rallentamento.

Come si vede in figura 7, la maggior parte della produzione di energia pulita è di origine idroelettrica, anche se la percentuale è in calo negli ultimi anni, mentre le altre fonti di energia rinnovabili rappresentano pochi punti percentuali. Nel caso del fotovoltaico, poi, le produzioni sono appena dello 0,001% del totale delle rinnovabili.

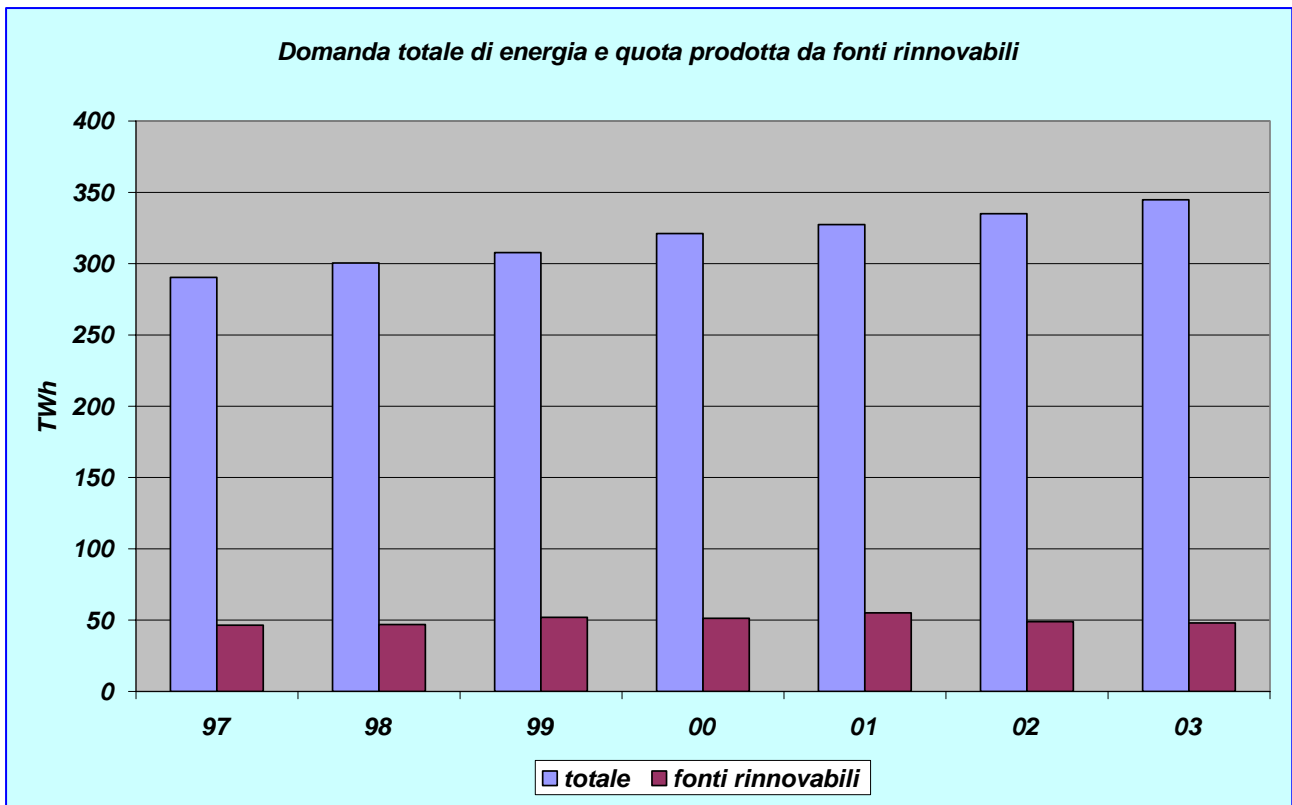


Figura 6

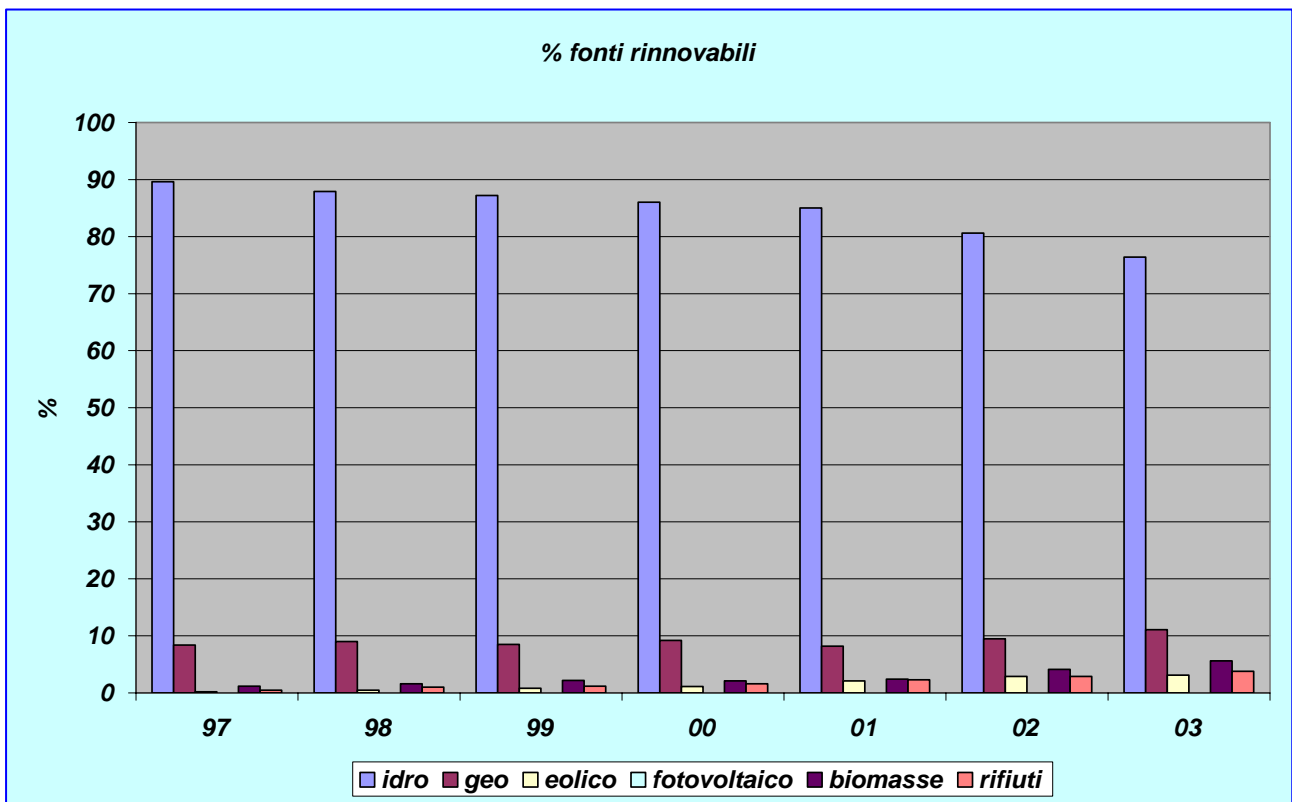


Figura 7

Considerando che entro il 2010 il nostro paese dovrebbe soddisfare il 22% delle proprie esigenze energetiche attraverso fonti rinnovabili, è necessario recuperare circa il 16%

rispetto alla quota odierna. Tra le fonti rinnovabili, va considerato che l'eolico è la fonte oggi a prezzi competitivi con le fonti fossili come carbone e gas ed è già più conveniente del nucleare. Per ciò che riguarda l'idroelettrico, c'è ampio margine per ripristinare ammodernandole le centrali per la piccola (< 1 MW) e media (1-10 MW) produzione energetica. Per quanto riguarda il solare per la produzione di acqua calda, il nostro paese si era prefisso l'obiettivo di installare 1,5 milioni di mq entro l'anno in corso e 3 milioni entro il 2010, mentre le installazioni odierne coprono appena circa 500.000 mq. Ciò nonostante i fondi stanziati per la promozione del solare termico siano rimasti per lo più non spesi (circa 4 milioni disponibili sui 5,7 milioni di € stanziati al 2001).

Il solare fotovoltaico potrebbe avere ancora grandi opportunità di sviluppo e diventare addirittura una delle fonti energetiche principali. Secondo uno studio dell'IEA, l'Italia presenta circa 1.000 kmq di superfici utili sugli edifici per poter captare l'energia solare, con una produzione totale di circa 127 TWh, ovvero il 37% della domanda energetica totale del 2003.

I dati prodotti da ISES Italia e Kyoto Club [11] dimostrano, inoltre, come gli italiani siano mediamente disposti a pagare anche di più l'energia pulita (il 24% fino a 5€/mese ed il 14% anche più di 10€) e preferiscano l'energia solare ed eolica, siano convinti che il risparmio ed il ricorso all'energia rinnovabili anche quali misure per far fronte al black out. Al contrario, la combustione dei rifiuti, che è stata comparata ad una fonte rinnovabile godendo in tal modo del premio di produzione per l'energia pulita, oltre ai problemi relativi al rilascio di microinquinanti e quelli gestionali dei rifiuti, presenta emissioni comparabili a quelle del petrolio (circa 3 t di CO<sub>2</sub>/ tonnellata di rifiuti bruciati).

Infine, nel considerare il problema della sostituzione delle fonti fossili con quelle rinnovabili non si può evitare di considerare un'analogia sostituzione del sistema produttivo e distributivo energetico. Le fonti rinnovabili, come il fotovoltaico, hanno un rendimento molto maggiore se la produzione avviene sul posto del consumo e comunque non è possibile pensare di sostituire le attuali megacentrali da 800-1200 MW da cui partono grandi elettrodotti con un'installazione di fonti rinnovabili. È quindi necessario ripensare a reti decentralizzate di distribuzione che riescano a distribuire in loco l'energia pulita prodotta e che siano collegate alla rete nazionale dove attingere in caso di carenza energetica o dove convogliare il surplus di energia del bacino di produzione.

## 2. TRASPORTI

Lo sviluppo moderno del settore dei trasporti, al pari della produzione energetica, si è basato sull'uso di fonti non rinnovabili, ed in particolare sui prodotti di raffinazione del petrolio. Secondo un rapporto dell'International Energy Agency (IEA), nel 1971 il settore dei trasporti assorbiva poco più del 42% del consumo totale di petrolio mentre nel 1999 la percentuale aveva raggiunto il 62% [12]. Nei paesi europei, circa il 60% dell'energia usata nel settore viene assorbita dal trasporto su strada. In Italia, dei 91 milioni di tonnellate di petrolio usati, oltre 43 milioni, pari al 47%, viene usato nel settore dei trasporti su gomma, a fronte di appena 0,77 milioni di tonnellate impiegate per alimentare i sistemi di trasporto elettrici (rete ferroviaria nazionale, metropolitane, tram).

In termini di emissioni di gas serra, il settore dei trasporti è secondo dopo quello energetico con il 23% circa del totale. Va però rilevato che l'andamento di crescita è stato di molto superiore ad ogni altro settore con un incremento delle emissioni del 20% dal 1990 ed oggi. Ciò è coerente con un parallelo aumento nella vendita dei combustibili per attrazione (con una lieve contrazione delle benzine a favore del gasolio) e delle vetture che sono aumentate di circa 10 milioni tra il 1987 ed il 2003 raggiungendo la quota 34 milioni. Ma oltre all'emissione di gas serra, il settore dei trasporti, ed in particolare quello

privato rappresenta oggi una delle maggiori cause di stress e patologie tumorali nelle grandi città. L'inquinante che maggiormente contribuisce a questo dato è quello delle particelle fini sospese (PM 10 e PM 2,5), per le quali molte città italiane si trovano già ad aver "consumato" i 35 giorni annuali di superamento dei limiti di emissione concessi dall'UE.

L'ossidazione di alcuni inquinanti dei gas di scarico (come i composti volatili e gli ossidi di zolfo e di azoto) porta alla formazione di ozono, un gas la cui inalazione riduce le funzioni polmonari e porta alla riduzione della vista. Le vetture diesel sono maggiormente responsabili del rilascio di PM 10 e di ossidi di azoto, mentre quelle a benzina dei composti volatili e degli ossidi di azoto.

L'ossido di carbonio (CO) viene rilasciato maggiormente dalle vetture a benzina e la sua inalazione riduce la capacità di ossigenazione di organi e tessuti della circolazione sanguigna. Le persone con problemi respiratori e disfunzioni cardiache sono le più vulnerabili anche a concentrazioni medie.

Ancora, gli ossidi di zolfo e quelli di azoto possono causare problemi respiratori alle persone asmatiche, anziani e bambini. Sensazioni di irritazione e bruciore alla gola, nel naso o negli occhi denotano la reazione degli ossidi con l'acqua dando luogo a composti acidi.

Infine, le emissioni dei gas di scarico contengono una classe di composti, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) alcuni dei quali sono riconosciuti cancerogeni per l'uomo, come lo è il benzene il cui rilascio è aumentato con l'introduzione della benzina verde, che ne contiene quantità maggiori, a sostituzione delle benzine contenenti piombo.

Secondo una recente indagine condotta in otto grandi città italiane (Milano, Torino, Genova, Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Palermo) il settore trasporti contribuisce per più del 70% delle emissioni di PM10 e di ossidi di azoto, per più del 95% delle emissioni di benzene, per il 60-70% delle emissioni di composti organici e per più dell'85% delle emissioni di monossido di carbonio. Secondo recenti stime, nelle stesse città le polveri sottili uccidono ogni anno 3.472 , e lo smog fa crescere del 20-40% la possibilità di contrarre tumori alle vie respiratorie.

Considerando che la fonte prevalente di alimentazione delle vetture è il petrolio la cui produzione, come abbiamo visto, è destinata ad esaurirsi nel giro di pochi decenni, anche il settore dei trasporti deve adeguarsi in fretta.

Nonostante le aspettative di miglioramento dell'efficienza energetica dei motori, la crescita della domanda complessiva di mezzi di trasporto privati potrebbe annullare l'effetto positivo in termini di riduzioni del rilascio di inquinanti.

Come primo rimedio si deve agire sul trasporto pubblico elettrificato e sull'uso di bus elettrici nei centri abitati . È inoltre necessario garantire la preferenza di circolazione dei mezzi pubblici attraverso l'istituzione di corsie con varchi elettronici comandati dai mezzi pubblici.

Per quanto riguarda l'intervento sui combustibili le alternative sono diverse. Le vetture ibride con motore alimentato a batteria a basse velocità garantiscono un abbattimento delle emissioni nel traffico cittadino di circa il 50% ma il loro prezzo è ancora molto elevato e le prestazioni non sono ancora ottimali. Nell'immediato si può prevedere l'incremento della produzione di serie di vetture alimentate a gas metano (come ad esempio la Bipower della FIAT) ed ancor più di combustibili alternativi, come il gas metano prodotto attraverso la frazione organica dei rifiuti o il diesel prodotto da piante oleaginose. Il biodiesel richiede 0.31 unità di energia fossile per produrne 1, ed il suo utilizzo porta ad una riduzione delle emissioni complessive di CO<sub>2</sub> del 78% rispetto al gasolio. Anche le emissioni di PM 10

risultano ridotte del 68% , l'ossido di carbonio del 65% e gli ossidi di zolfo del 92%. Secondo alcune stime, Il funzionamento, l'usura dei motori e le prestazioni sono del tutto simili a quelle ottenute con gasolio tradizionale. È possibile usarlo puro già nei nuovi motori diesel senza alcun accorgimento, mentre per le vetture più vecchie sono necessarie alcune modifiche minori. È inoltre possibile usarlo in percentuali del 30-40% su tutti i motori senza alcun accorgimento. Attualmente il biodiesel viene aggiunto in percentuali non superiori al 5% al gasolio. Oltre al biodiesel anche il bioetanolo, l'alcol ottenuto dalla fermentazione di alcuni vegetali (barbabietola, viti, cereali) potrebbe rappresentare un'alternativa ai combustibili fossili. Può essere aggiunto nelle benzine per una percentuale che può arrivare fino al 30% senza dover modificare in nessun modo il motore o, con motori adatti come quelli usati in Brasile, fino al 100%. Oggi viene molto utilizzato anche in Svezia, la nazione europea dove più si sta sviluppando il mercato del bioetanolo.

Il rendimento di bioetanolo, a partire da cereali, è di circa il 30% (30 kg di etanolo da 100 kg di cereali fermentati). In alternativa, il bioetanolo può essere prodotto a partire dalla gran parte dei prodotti o sottoprodotti delle coltivazioni ma questa via è ancora molto costosa (30-40% in più rispetto alla fermentazione classica). Nel prossimo futuro molte case automobilistiche stanno puntando alla produzione di motori alimentati ad idrogeno anche se al momento la tecnologia risulta ancora costosa soprattutto nel caso di utilizzo di idrogeno prodotto dall'acqua. Le autovetture con celle a combustibile che sfruttano l'idrogeno contenuto nel gas (il metano è quello più indicato) abbattano considerevolmente le loro emissioni ma sono ancora legate all'uso di combustibili fossili.

## Riferimenti bibliografici

- [1] Unione Petrolifera, 2004. *Statistiche economiche, energetiche e petrolifere*
- [2] GRTN. *Statistiche annuali 1998-2003*
- [3] ExxonMobil, 2004. *A report on energy trends, greenhouse gas emission and alternative energy*
- [4] Deutsche Bank Research, 2004. *Energy Prospect after the petroleum age.*
- [5] CNEL – ENEA, 2001. *Rapporto ENEA sullo stato di attuazione del Patto per l'Energia e Ambiente.*
- [6] Craig V. ,1996, *Resources of the Earth: origin, use and environment impact.* Upper Saddle River NJ, USA
- [7] IPCC, 2001. *Climate change 2001. An assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
- [8] Meinshausen, M. ,2004. "Emissions, Targets and Projections for Annex I Parties" in *The International Climate Change Regime: A Guide to Rules, Institutions and Procedures.* F. Yamin and J.Depledge. Cambridge, Cambridge University Press.
- [9] Onufrio G. , 2004. *Il vero prezzo del carbone.* Qualenergia, 4:28-31
- [10] Matthes, .F, 2005. *Policies and measures to achieve the target.* Presentazione al Climate Change Strategy Meeting del gruppo parlamentare europeo Green/EFA, Brussels 25 gennaio 2005
- [11] ISES Italia & Kyoto Club, 2003. Sondaggio di opinione: Le aspettative degli italiani su alcune tematiche ambientali
- [12] OECD/IEA, 2001. *Saving oil and reducing CO2 emission in transport*