

Enrico Turrini *

*Energia: l'umanità ad un bivio ***

1. Scelte energetiche e limiti biofisici del pianeta

La tesi dei *fautori del nucleare* si può riassumere nel modo seguente: «Abbiamo sempre più bisogno di energia. La rinuncia al nucleare porterebbe ad un arresto del progresso nei Paesi industrializzati e ad un ulteriore aggravamento della situazione energetica nei Paesi in via di sviluppo, riducendo ancor più le risorse di combustibili fossili».

Si tratta di una scelta, quella nucleare, che non è unicamente legata ad una particolare tecnologia. Essa nasce dalla concezione secondo cui vi è una correlazione diretta tra consumi energetici e sviluppo. Ed infatti viene data priorità all'*offerta di energia*, favorendo quindi l'aumento della richiesta energetica.

Questo tipo di scelta, che implica una grande produzione di energia (non solo proveniente da nucleare), lo chiameremo *via energetica dura* ("hard").

È compatibile questa via con il sistema ecologico del nostro pianeta?

Vediamo innanzitutto il rapporto tra energia e vita.

Quest'ultima è possibile in virtù di continue trasformazioni energetiche a livello biologico.

La nostra epoca è caratterizzata da un sistema industriale che realizza trasformazioni energetiche aggressive a forte aumento di *entropia* (tendenza statistica al disordine che riduce la capacità di un sistema fisico di compiere lavoro) tali da rendere sempre più difficili le trasformazioni biologiche.

Ne deriva che gli esseri viventi apparsi sul nostro pianeta da centinaia di milioni di anni, e in particolare l'uomo comparso circa 3 milioni di anni fa, rischiano di scomparire nel giro di poche centinaia di anni (cfr. l'articolo di Enzo Tiezzi «*I limiti biofisici della terra e il diritto alla qualità della vita*» apparso sul n. I - 1987 di questa Rivista).

* Giudice tecnico della Camera dei Ricorsi (ultima istanza) di fisica presso l'Ufficio dei Brevetti a Monaco - Germania Federale. Membro dell'Associazione degli scienziati per la Pace della Repubblica Federale Tedesca. Presidente del Comitato scientifico dell'Associazione (italiana) per la Pace.

** Questo è il terzo di una serie di articoli sul tema: "Scelte energetiche per un futuro di pace".

Nei primi due articoli intitolati rispettivamente "Dalle centrali nucleari alle bombe atomiche: un legame pericoloso" (apparso nel n. 3 - 1987 della Rivista) e "Nucleare e diritto alla vita" (apparso nel n. 1 - 1988 della Rivista) sono stati discussi i pericoli della scelta energetica nucleare.

Alcuni esempi di impostazione errata della politica energetica:

– Si è puntato quasi esclusivamente su fonti di energia non rinnovabile, quali petrolio e gas (di cui si prevede l'esaurimento nei prossimi 50-100 anni) e quali carbone ed uranio utilizzato nei reattori termici (di cui si prevede l'esaurimento nel giro di poche centinaia di anni).

– Per quanto riguarda le fonti quasi illimitate di energia (migliaia di anni) si portano avanti principalmente progetti di reattori nucleari veloci tipo Superphenix e di reattori di fusione.

– Si sono trascurate le tecniche di riduzione dei consumi e del recupero di energia.

– Si è puntato principalmente sulla produzione di energia elettrica (energia pregiata ad alta capacità lavorativa e quindi da utilizzare con moderazione), cercando di concentrare gli investimenti in questo settore e giustificando quindi la necessità di megacentrali nucleari e a combustibile fossile.

Di qui l'aumento incontrollato di entropia ed in particolare la scomparsa di risorse, i forti tassi di inquinamento e gli squilibri energetici. In breve: *la distruzione dell'ambiente*.

Gli squilibri energetici sono dovuti, oltre che all'effetto serra che impedisce la riflessione dell'energia solare dalla terra verso lo spazio, all'immissione nell'ambiente di energia calorifica, energia precedentemente imprigionata nella materia sotto forma chimica (combustibile fossile) o sotto forma atomica (combustibile nucleare).

A questo riguardo, anche la *fusione nucleare* (fusione di nuclei leggeri quali gli isotopi dell'idrogeno, deuterio e tritio, in nuclei di elio) presenta grossi rischi se verrà utilizzata in grande quantità.

È vero che l'emissione di radiazioni può essere drasticamente ridotta rispetto alla fissione nucleare, specialmente se si utilizzano piccole quantità di tritio radioattivo. Questo dovrebbe essere possibile innescando una reazione di fusione deuterio – deuterio non radioattivo secondo il progetto Ignitor, un reattore estremamente compatto, ideato dal fisico Bruno Coppi ed attualmente in fase di studio, chiamato appunto "reattore candidato". Ma sarebbero comunque raggiunte temperature di decine di milioni di gradi e, in caso di reattori di potenza, verrebbero immesse nell'ambiente forti quantità di calore.

Inoltre la fusione nucleare permette di utilizzare i neutroni veloci (ad alta energia) prodotti durante la reazione, per trasformare un eventuale mantello di uranio 238 in plutonio 239, come avviene nei reattori veloci a fissione, con la conseguente connessione nucleare civile – nucleare militare.

I risultati catastrofici della via energetica dura si possono constatare già oggi (cfr. *The Global 2000 – Report to the President*, Washington, U.S. Government Printing Office, 1980 e *State of the World 1988*, Worldwatch Institute Report – Washington):

– ogni giorno scompaiono definitivamente più di 10 specie di animali e piante;

– le foreste tropicali sono distrutte al ritmo di più di 10 milioni di ettari all'anno, una superficie pari a circa un terzo del territorio italiano;

– l'acidità delle piogge è aumentata negli ultimi decenni di un fattore 10 con conseguente impoverimento dei terreni e morte di migliaia di laghi;

– la temperatura media è in aumento a causa dell'effetto serra e dell'immis-

sione di calore nell'ambiente, rischiando di causare lo scioglimento parziale dei ghiacci polari ed altri danni ecologici;

– lo spessore dell'ozonosfera si riduce e di conseguenza aumentano le radiazioni ultraviolette.

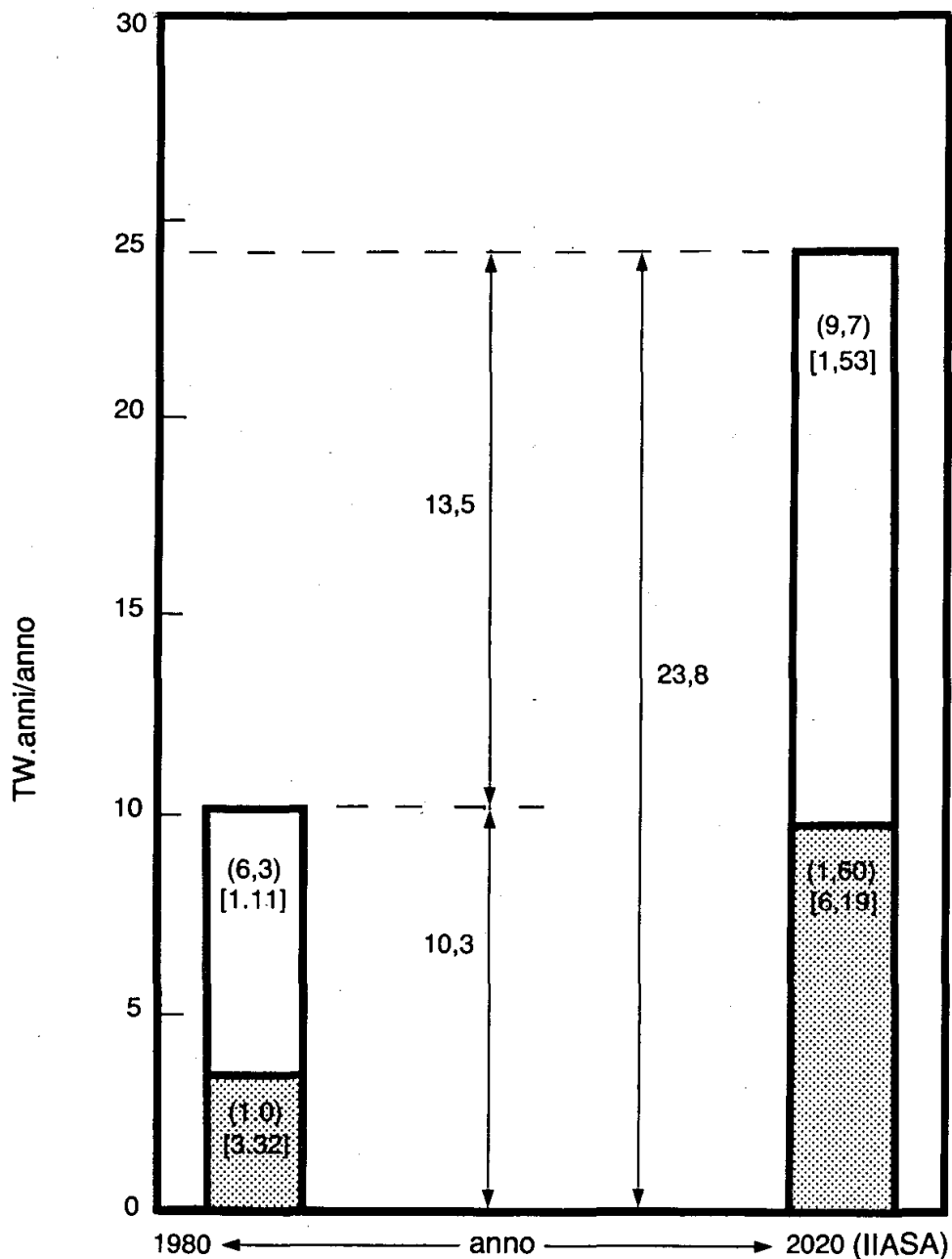
2. *Politica energetica e Paesi in via di sviluppo*

Attualmente i Paesi in via di sviluppo, con un numero di abitanti triplo di quello dei Paesi industrializzati, consumano solo un terzo del totale. Ci troviamo dunque al limite della sopportabilità ecologica del nostro pianeta (cfr. capitolo precedente) e contemporaneamente in una situazione di forte squilibrio Nord – Sud.

Un'ulteriore espansione dei consumi globali secondo il modello proposto dai filo – nucleari porterebbe al collasso ecologico nel giro di poche decine d'anni.

Nella fig. 1, i cui dati sono presi dalla *Annual Review of Energy 1985*, volume 10, Palo Alto – California (USA), è riportato il consumo in TWanni/anno (10¹² Watt. anni/anno) di energia primaria a livello mondiale nel 1980 e le previsioni medie per il 2020 dello «International Institute for Applied System Analysis» (IIASA), favorevole alla via energetica dura. Secondo queste previsioni si avrebbe più che un raddoppio dei consumi. Inoltre il divario Nord-Sud aumenterebbe ancora (cfr. la variazione di energia pro capite). In altre parole, il traguardo dell'indipendenza dei Paesi in via di sviluppo nei confronti dei Paesi industrializzati si allontanerebbe ancor più.

Nel grafico della figura 2 (sempre ricavato dalla *Annual Review of Energy*), che corrisponde a quello della Fig. 1 per quanto riguarda i valori di energia globale, sono indicati i consumi mondiali suddivisi per fonte di energia. Si può vedere che il nucleare passerebbe da pochi % nel 1980 a più del 20% nel 2020.



Simboli: Paesi industrializzati
 Paesi in via di sviluppo
() Consumo energetico medio pro capite (KW)
[] popolazione (miliardi)

Fig. 1 - (fonte: *Annual Review of Energy* 1985, vol. 10 - USA)

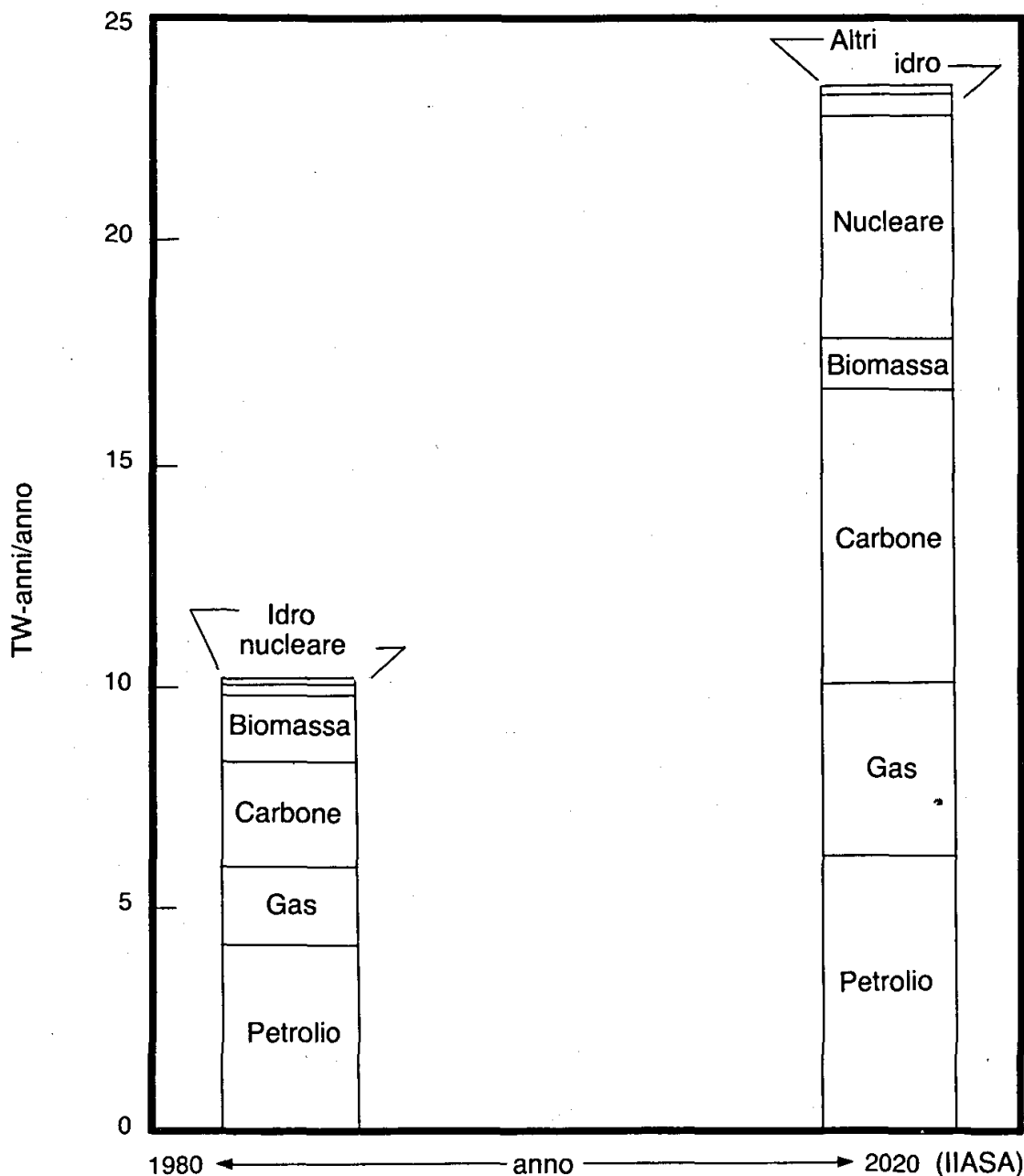


Fig. 2 - (fonte: *Annual Review of Energy* 1985, vol. 10 - USA)

3. Progresso tecnologico e progresso culturale

Si è portati a pensare che il progresso tecnico in questi ultimi decenni è stato così rapido, che si andrà incontro ad una sorta di saturazione delle invenzioni. Ma un esame più approfondito mostra che sono stati utilizzati *strumenti estremamente rozzi* per valutare il mondo fisico. Infatti si sono trascurati troppi aspetti della realtà di cui ora si comincia ad apprezzare l'importanza.

I fautori della via energetica dura si sono comportati e si stanno comportando come l'ittologo descritto nel libro dell'astrofisico Arthur Eddington pubblicato nel 1939 e intitolato «*The Philosophy of Physical Science*», che, per studiare la vita del mare, getta la rete ed esamina i pesci raccolti secondo criteri scientifici. Dopo numerosi lanci, propone la seguente legge fondamentale: «Tutti i pesci

superano i 5 centimetri di lunghezza». Un osservatore presente non è per nulla soddisfatto del risultato ed afferma: «Non si tratta di una legge. Certo che esistono pesci inferiore a 5 centimetri, ma questi non li puoi catturare dal momento che le maglie della tua rete hanno una dimensione trasversale di 5 centimetri!»

Si possono dunque aprire nuovi orizzonti, purché ci si renda conto che la via energetica dura utilizza strumenti che non prendono in considerazione i limiti ecologici del nostro pianeta.

Gli scienziati che dovranno proporre una nuova via energetica dovranno usare strumenti ben più raffinati, dovranno cioè essere *persone di cultura* capaci di affrontare i problemi nella loro globalità.

4. Scelta energetica alternativa

Abbiamo visto che il presupposto dei filo-nucleari fautori della via energetica dura, secondo cui si ha bisogno di sempre più energia, ci porta ad un vicolo cieco. Il ragionamento va capovolto. È quanto ci propone la via energetica alternativa che associa ad un utilizzo intelligente dell'energia che riduce il fabbisogno energetico dei Paesi industrializzati (di immediata realizzazione), l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili (programma a medio termine: 20-30 anni).

Tale scelta, che chiameremo *via energetica dolce* ("soft") vuole dunque risolvere il problema energetico in forma radicale.

Le misure adottate si possono riassumere nei punti seguenti:

4.1 Recupero dell'energia alla sorgente

Nel caso di centrali termoelettriche si tratta di realizzare, non più grossi impianti centralizzati (megacentrali nucleari o a combustibile fossile da 1000 MWe e più), in cui più del 60% della energia primaria è perso in calore attraverso torri o condensatori di refrigerazione, ma impianti *decentralizzati* di piccola e media dimensione (massimo 50-100 MWe) a basso impatto ambientale (possibilmente a gas), realizzati vicino ai posti di utilizzo ed equipaggiati con sistemi di recupero del calore.

Questi impianti detti di *cogenerazione* in quanto viene prodotta elettricità e viene contemporaneamente utilizzato il calore altrimenti disperso, sono particolarmente adatti per il *teleriscaldamento* di interi quartieri di una città e per il rifornimento di energia termica all'industria, e permettono un recupero di energia di circa il 30%.

Per le centrali termoelettriche a gas già esistenti si può realizzare il *repowering*, combinando la turbina a gas con una turbina a vapore, in modo che il gas di scarico della turbina a gas generi il vapore necessario al funzionamento di una turbina a vapore. Si può così aumentare il rendimento dal 35% al 45% circa.

4.2 Riduzione dei consumi energetici

Le misure di riduzione dei consumi consistono principalmente nel prendere in considerazione non solo il *rendimento di 1° grado* che ci fornisce un'indicazione

della quantità di energia utilmente trasformata, secondo cui si cerca di massimizzare il rendimento di una certa macchina, ma anche e principalmente il *rendimento di 2° grado* che ci permette di valutare se la macchina scelta è adatta allo scopo prefisso. Si può così scegliere tra tutte le possibili macchine quella che dà il risultato ottimale. Il concetto di rendimento di 2° grado è stato sviluppato da una equipe di fisici della «American Physic Society» (USA) negli anni settanta.

Siamo abituati, come disse uno scienziato americano, a *tagliare il burro con la sega circolare*. Aumentare il rendimento di 1° grado, significa migliorare la sega circolare, scegliendo per esempio l'inclinazione ottimale dei denti. Prendere in considerazione il rendimento di 2° grado significa cambiare strumento, passando dalla sega circolare al coltellino.

Consideriamo un esempio reale applicabile all'Italia, quale quello dei trasporti di grossi carichi tra il Nord ed il Sud della penisola. Attualmente essi vengono trasportati in massima parte con autotreni. Certo si possono costruire autocarri più sofisticati con attriti ridotti e minori consumi (aumento del rendimento di 1° grado). Si tratta comunque di una soluzione che non va al nocciolo del problema, in quanto l'autocarro non è il mezzo più adatto a questo trasporto, specialmente in un Paese come il nostro lungo e stretto, il cui perimetro è in buona parte bagnato dal mare. Un risultato nettamente superiore si avrebbe scegliendo un mezzo di trasporto più idoneo, cioè la nave (aumento del rendimento di 2° grado).

In uno studio della CEE (cfr. «*I limiti dell'energia*» di Paolo degli Espinosa ed Enzo Tiezzi, Garzanti Editore, 1987) proiettato all'anno 2000, in cui si ipotizza lo stesso incremento annuo di popolazione (0,8%), di automobili (3,6%) e del prodotto nazionale lordo (4%), ma diversi approcci nell'uso dell'energia, sono emersi risultati molti diversi, a seconda che non si operi nessun intervento su rendimenti (curva 0), che si operino interventi sul rendimento di 1° grado (curva 1), oppure interventi anche sul rendimento di 2° grado (curva 2). I risultati sono riportati nel grafico della figura 3 e mostrano che nel caso della curva 2 si ottiene

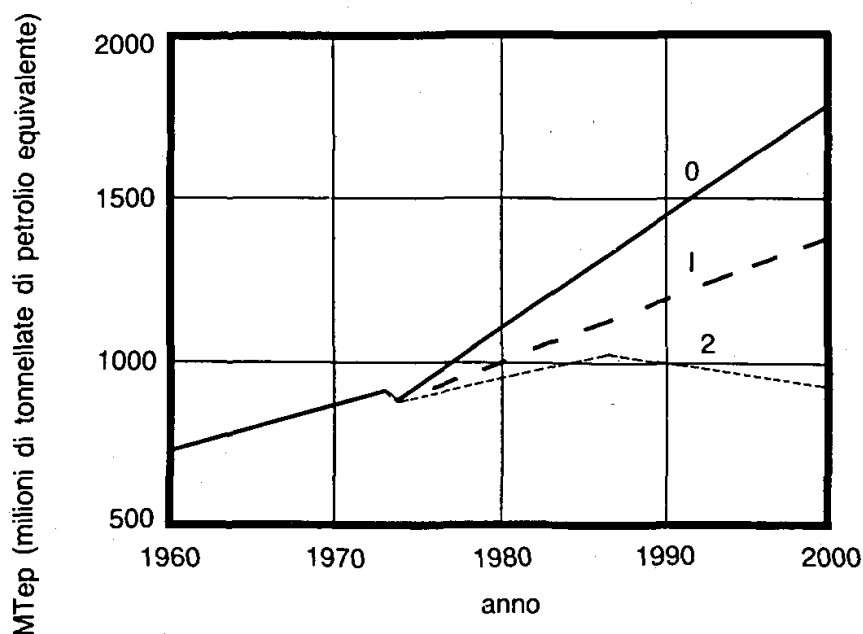


Fig. 3 - (fonte: «*I Limiti dell'Energia*», Garzanti Editore, 1987)

addirittura un forte calo nei consumi di energia primaria, espressa in milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (MTep).

4.3. *Le fonti rinnovabili*

Sono costituite da fonti che utilizzano l'energia solare diretta (sistemi a collettori ed a celle fotovoltaiche) o indiretta (vento, acqua, biomasse) e che sono quindi inesauribili. A queste si può aggiungere l'energia geotermica, fonte quasi rinnovabile.

L'energia solare è un'energia distribuita e può nella maggior parte dei casi essere utilizzata sul posto senza bisogno di centralizzazione e seguente distribuzione, come avviene per le normali fonti di energia non rinnovabili. È inoltre una fonte di energia che non richiede sofisticati sistemi di sicurezza, non è inquinante e mantiene inalterati gli equilibri termici.

5. *Vantaggi della via energetica dolce*

Si possono riassumere sinteticamente nei punti seguenti:

- Mantenimento dell'equilibrio energetico della biosfera e drastica riduzione dell'inquinamento.

- Elevata sicurezza.

- Promozione di uno sviluppo democratico reale. Infatti la decentralizzazione delle fonti di energia e la conseguente decentralizzazione del potere, favoriscono l'autonomia degli Enti Locali e la responsabilizzazione sociale del cittadino. Inoltre, l'impossibilità di incidenti gravi evita il "black out" dell'informazione, contrariamente a quanto avviene nel caso di via energetica dura e, in particolare, di scelta nucleare (cfr. il blocco totale di notizie nel caso dell'incidente di Windscale e lo scandalo dei trasporti di scorie radioattive tra Belgio e Germania Federale discussi nel secondo articolo della serie).

- Sviluppo armonico ed indipendente dei singoli Paesi, in particolare di quelli in via di sviluppo, trattandosi di sistemi energetici diversificati e progettati in accordo con le caratteristiche geografiche ed ambientali della zona.

- Non utilizzabilità per scopi bellici, essendo la bassa potenza specifica delle fonti alternative non adatta per scopi distruttivi. Inoltre la loro decentralizzazione le rende difficile bersaglio di azioni militari.

- Incremento dell'occupazione: trattandosi di tecnologie fortemente diversificate, il rapporto capitale impiegato/forze lavorative è basso rispetto al caso di tecnologie standardizzate quali quelle utilizzate per la via energetica dura e viene favorito lo sviluppo di numerose piccole e medie industrie.

6. *Programmi a lungo termine*

Per sostituire con fonti rinnovabili tutte le centrali convenzionali nucleari ed a combustibili fossili e inoltre per poter sostituire carbone, petrolio e gas non impiegati per la produzione di energia elettrica, la forte concentrazione di energia

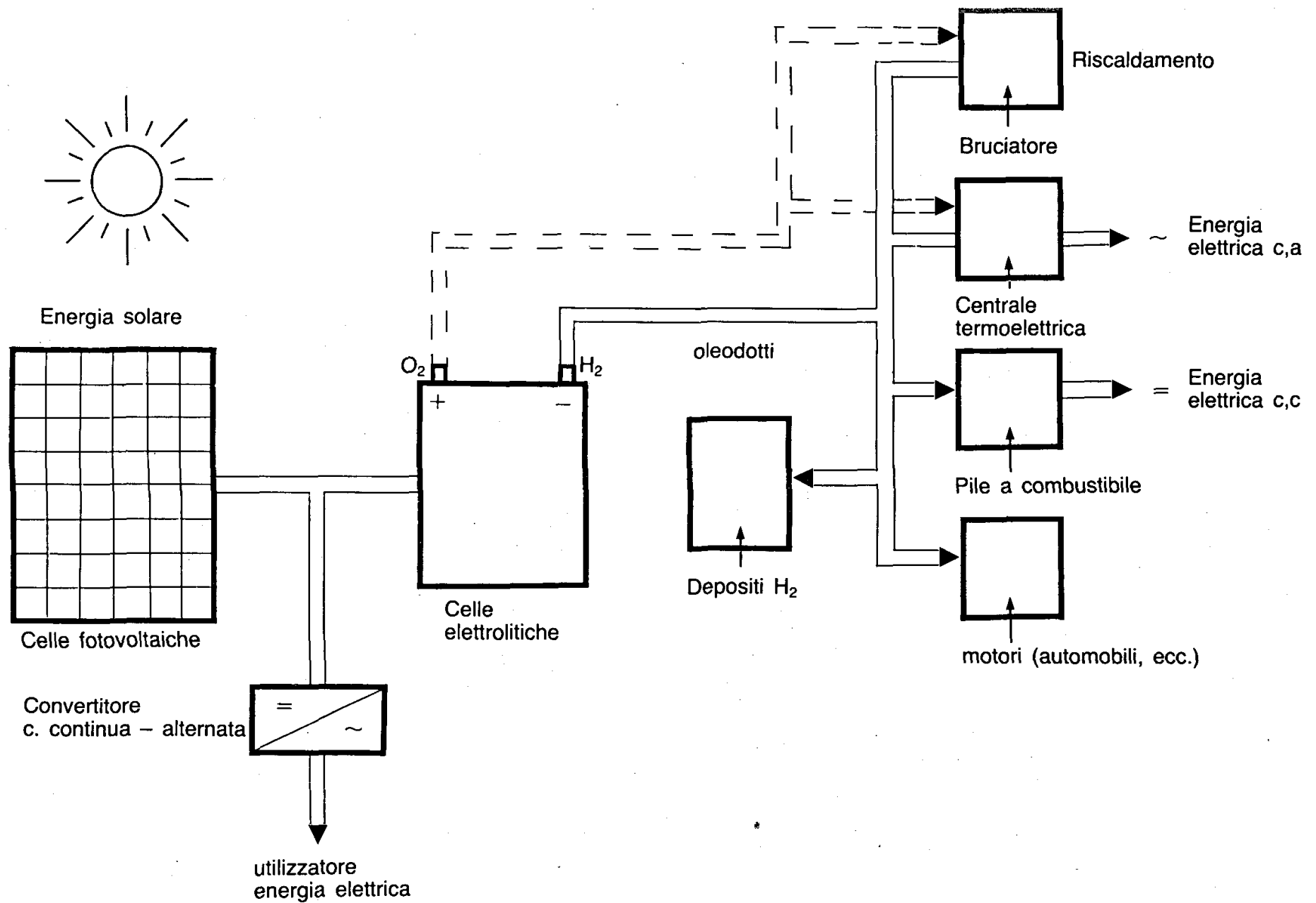


Fig. 4 - Utilizzo energia solare a distanza con produzione idrogeno come fonte secondaria per il trasporto

solare in zone desertiche offrirà alle generazioni future possibilità di soluzioni estremamente interessanti.

Un progetto valido studiato nei suoi aspetti tecnici ed economici dall'Istituto di Ricerca Spaziale (DFVLR) di Stoccarda, propone appunto un tale utilizzo dell'energia solare (vedi figura 4).

Zone particolarmente adatte si trovano nel Nord Africa e in Arabia; anche l'America, l'Asia centrale e l'Australia offrono buone possibilità. In questo caso l'energia elettrica, ottenuta tramite celle fotovoltaiche e/o collettori solari, alimenterebbe sul posto batterie elettrolitiche che, rifornite con acqua marina desalinizzata (l'acqua dolce non è disponibile in quantità sufficiente), produrrebbero idrogeno, un ottimo combustibile, che sarebbe poi trasportato nei luoghi di utilizzo tramite i normali gasdotti (impianti per produzione di idrogeno per via elettrolitica per il trasporto dell'idrogeno sono già in funzione per esempio in Germania e Norvegia e vengono utilizzati dall'industria chimica). Tramite questo sistema vi sarebbe la possibilità di coprire più volte il fabbisogno energetico mondiale ma, proprio per rimanere fedeli al principio fondamentale della diversificazione, sarebbe bene limitarsi a valori che non superino 1/3 o 1/4 del fabbisogno totale di energia.

Evidenti gli effetti benefici di questo tipo di impianti: riduzione drastica dell'inquinamento (l'idrogeno bruciando produce vapor d'acqua e non ossidi di zolfo e carbonio), riduzione della avanzata dei deserti con evidenti vantaggi per le popolazioni locali, mantenimento dell'equilibrio energetico nella biosfera (vedi la pubblicazione «*Die gespeicherte Sonne*» ottobre '87, Piper GmbH & Co. München - Zürich, di Hermann Scheer).

7. *Fattibilità della via energetica dolce*

Come verrà discusso ampiamente in seguito, la via energetica dolce è possibile sia dal punto di vista tecnico che da quello economico. I filo-nucleari insistono sul fatto che attualmente non esistono fonti alternative in grado di sostituire con altri mezzi la produzione di energia, in particolare di elettricità, e che le fonti rinnovabili sono solo in fase di studio.

La realtà è ben diversa.

Innanzitutto, *nella prima fase* di passaggio dalla vecchia alla nuova via, si deve puntare principalmente sul *recupero di energia e sulla riduzione del fabbisogno energetico*, cioè sull'utilizzo intelligente dell'energia. Per questa fase i mezzi tecnici sono disponibili e collaudati in vari Paesi. Qualche esempio: in Danimarca, lo sviluppo di sistemi per l'utilizzo intelligente della energia e in particolare la realizzazione di sistemi di teleriscaldamento hanno portato ad una riduzione del fabbisogno energetico domestico - residenziale di circa il 25%. In Finlandia un terzo delle abitazioni riceve l'acqua calda via teleriscaldamento e la città di Helsinki è riscaldata per 3/4 con il teleriscaldamento. Negli Stati Uniti, la cogenerazione industriale, realizzata inserendo negli stabilimenti una caldaia con generatore elettrico in modo da recuperare il calore residuo, è in pieno sviluppo e da uno studio della «Applied Energy Company», una ditta del settore, il mercato della cogenerazione potrebbe raggiungere e superare entro l'anno 2000 quello dell'energia nucleare attestandosi sul 15% della offerta nazionale di energia elettrica. In Italia sono

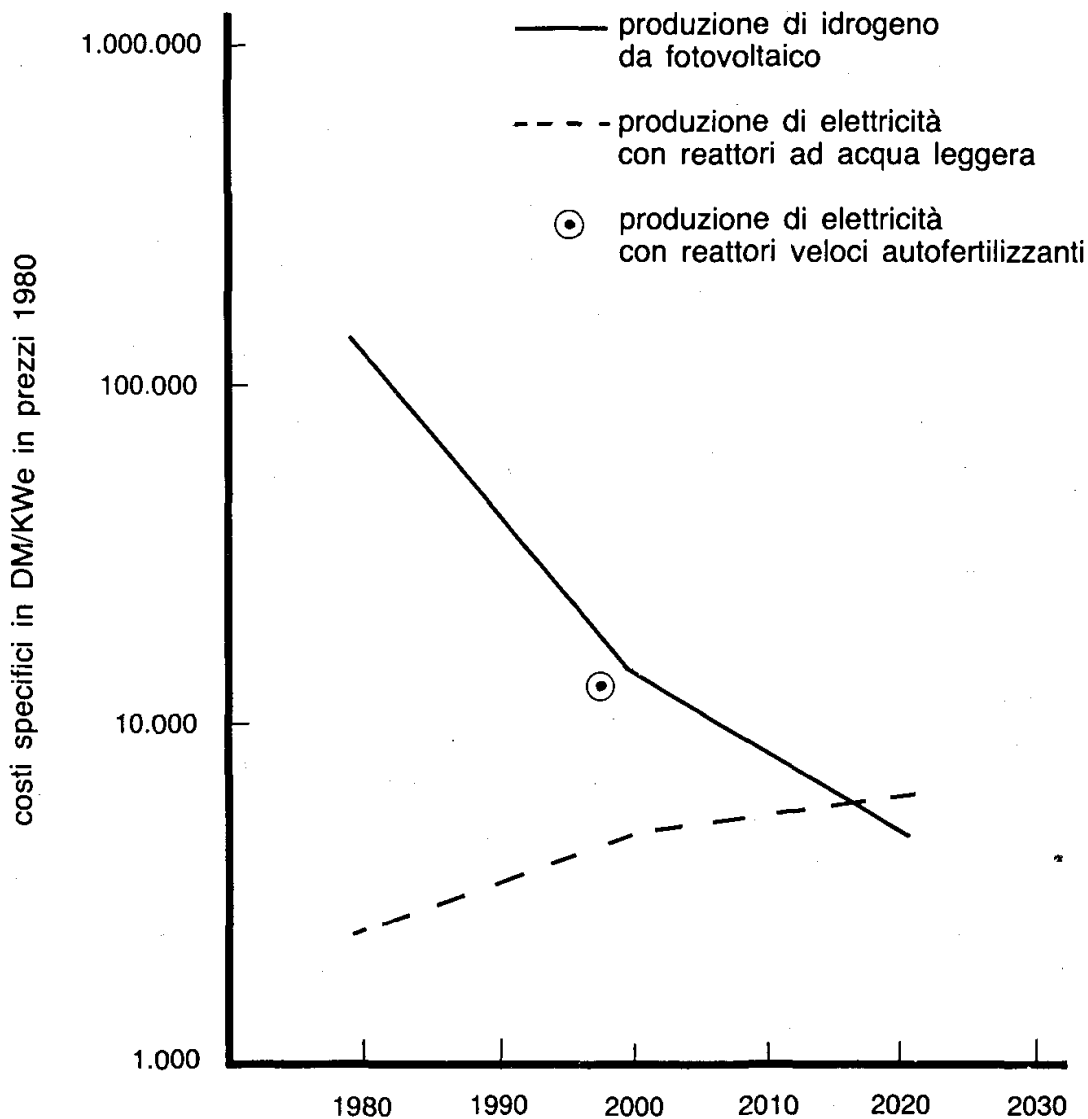


Fig. 5 - (fonte: "Die frenzen der Atomwirtschaft" - Meyer Abich e Schefold, Verlag C.H. Bech München 1986)

state fatte solo piccole realizzazioni quali gli impianti di teleriscaldamento a Brescia e Reggio Emilia.

In una *seconda fase*, tra qualche decina di anni, le fonti rinnovabili potranno giocare un ruolo importante. Comunque già oggi molti sistemi ad energia eolica (particolarmente sviluppati in Danimarca e California), idraulica (mini-idro), geotermica, biomassa e solare diretto attraverso l'uso di collettori, sono funzionanti in forma industriale. Si tratta semplicemente di perfezionare i sistemi e passare da produzioni ridotte a produzioni su larga scala.

Il fotovoltaico è in fase sperimentale avanzata ed i suoi costi sono in continua discesa (vedi figura 5).

Il ritardo della via energetica dolce rispetto all'altra è dovuto al disequilibrio di investimenti nei due casi. La tabella della figura 6 parla chiaro in proposito.

Paese	Tipo di fonte energetica			efficienza	totale
	fossili	nucleare	rinnovabili		
Giappone	310	1.801	99	78	2.311
Stati Uniti	294	1.134	177	275	2.261
Italia	4	658	30	48	761
Germania Occidentale	122	352	66	21	566
Gran Bretagna	20	271	16	43	378
Canada	138	144	11	34	336
Svezia	9	12	17	29	79
Grecia	3	2	10	0	15
Danimarca	5	0	3	5	14
Totale OCSE	990	4.503	484	622	7.133

Fig. 6 – Bilanci governativi (milioni di dollari) della ricerca e sviluppo nei paesi dell'OCSE per l'anno 1986 suddivisi per fonte energetica. Il totale OCSE include alcune spese aggiuntive. I dati riguardanti la Francia non sono riportati. (fonte: International Energy Agency, Energy Policies and Programmes, 1986; Parigi 1987, Organisation for Economic Co-operation and Development)

Un esame serio del problema porterebbe al risultato che a parità di investimenti, la via energetica dolce è fortemente avvantaggiata per il fatto che non sono necessari tutti i sistemi estremamente complessi di sicurezza richiesti dall'altra via. Si pensi per esempio alle misure di sicurezza necessarie per un reattore a fissione o alla complessità tecnologica di un reattore a fusione dove devono essere raggiunte temperature dell'ordine di decine di milioni di °C. Si comincia cioè a rendersi conto che i problemi di sicurezza di un reattore nucleare, compreso il problema delle scorie e di smantellamento (*decommissioning*) dopo 20-30 anni di funzionamento, anche se guardati unicamente dal punto di vista dei costi, sono talmente onerosi che a lungo termine la via energetica dolce sarà addirittura economicamente vantaggiosa. Se poi si considerassero, come sarebbe giusto, i costi sociali quali i danni ecologici, di impiego, ecc. dovuti alla via energetica dura, le differenze dei costi tra le due vie a vantaggio di quella dolce sarebbero fortissime.

7.1. Fenomeno del disaccoppiamento

Nell'area OCSE (Paesi industrializzati) si è verificato a partire dalla crisi petrolifera degli anni '70 il fenomeno del "disaccoppiamento": pur aumentando il prodotto nazionale lordo, l'energia impiegata totale resta costante o addirittura diminuisce (cfr. figura 7).

La ragione principale di tale stabilizzazione è dovuta al cambiamento della struttura industriale: i processi industriali ad alto consumo di energia (siderurgia, chimica di base, ecc.) sono stati in parte sostituiti da processi industriali a riciclaggio e quindi a consumo ridotto di materie prime.

Solo la percentuale di energia consumata corrispondente a quella elettrica, che è una piccola parte rispetto al totale (circa il 30% se si considera il consumo di fonti primarie) ha subito aumenti, se pur di molto inferiori alle previsioni.

Il fenomeno del disaccoppiamento ci fa vedere che la via dell'*utilizzo intelligente dell'energia* è un *approccio realistico*.

anni 1973-1982 (1973 = 1.00)

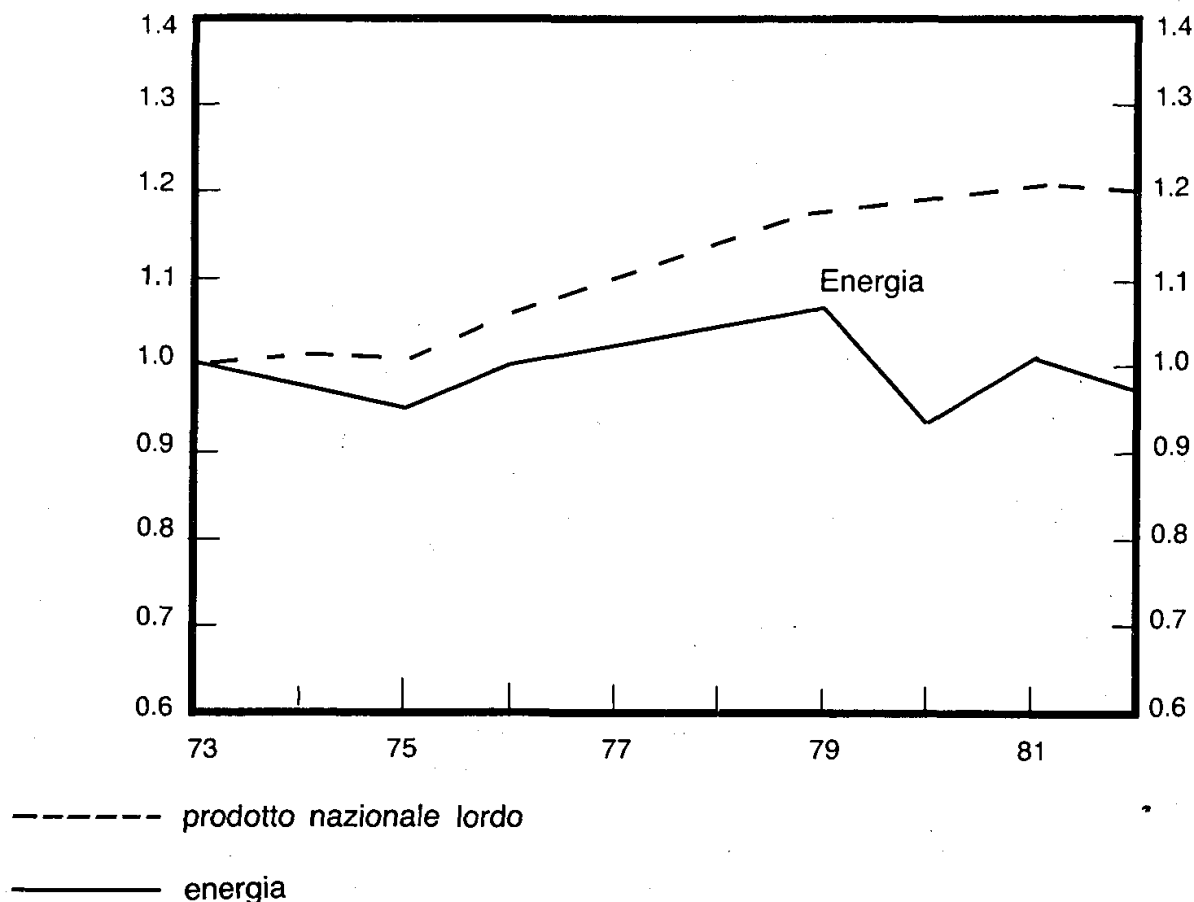


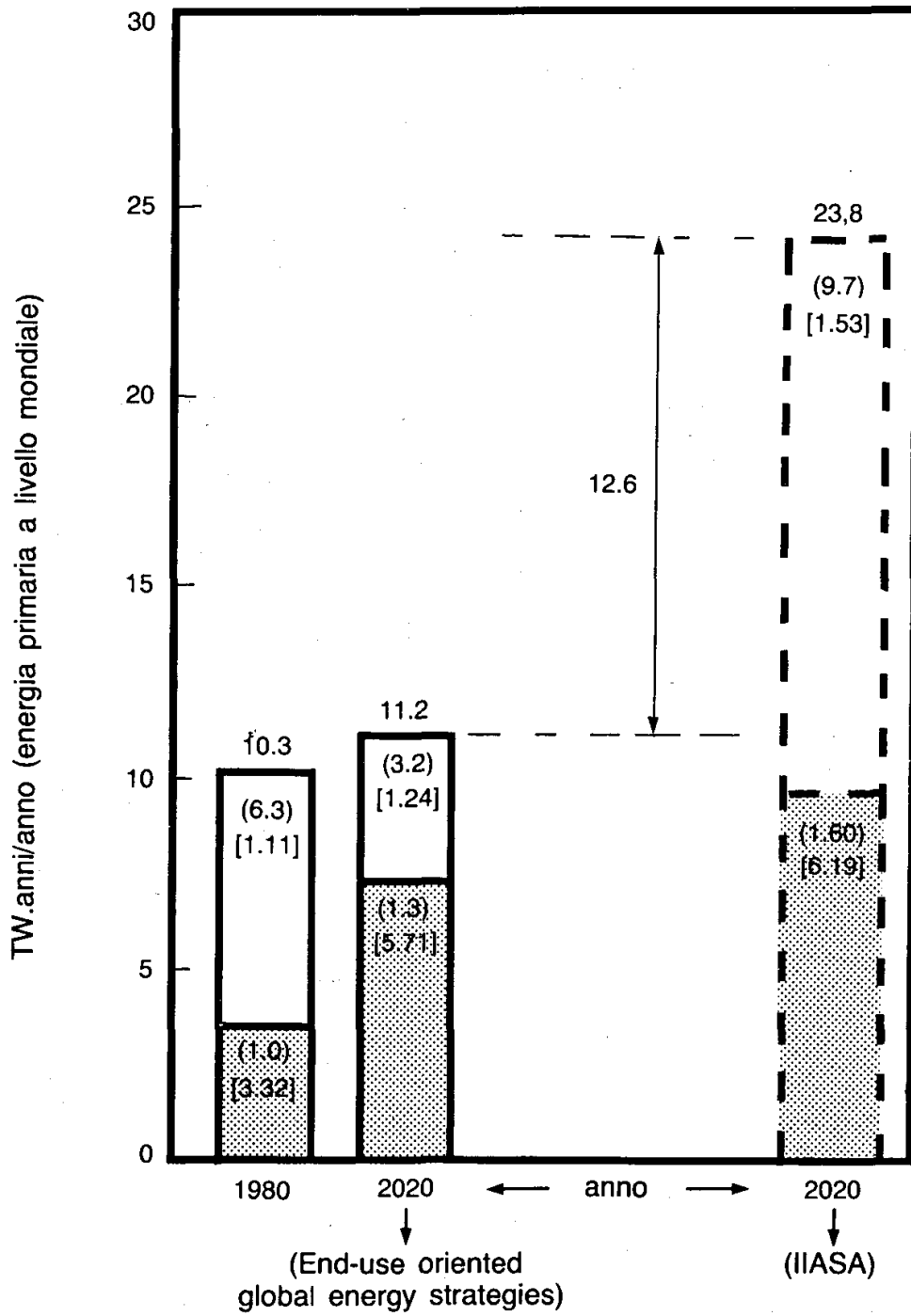
Fig. 7 - Disaccoppiamento (fonte: *Annual Review of Energy*, 1985, vol. 10 - USA)

7.2. Due scenari di consumi energetici mondiali

Nel capitolo di questo articolo si è visto che la via energetica dura porterebbe a situazioni ecologiche insopportabili già nei primi decenni del 2000 (cfr. figura 1).

La figura 8 ricavata dai dati riportati nell'*Annual Review of Energy*, volume 10, 1985, California (USA), mostra uno scenario della via energetica dolce chiamato "*End - use oriented global energy strategies*" proposto da un'équipe internazionale di scienziati. Nella stessa figura è riportato lo scenario della via energetica dura tratteggiato a scopo di confronto. Si può vedere che nel 2020 il consumo energetico dei Paesi industrializzati potrebbe quasi dimezzare, permettendo così un certo sviluppo dei Paesi del Sud del mondo. L'offerta energetica mondiale rimarrebbe circa uguale a quella del 1980.

Il rapporto del notissimo Worldwatch Institute "*State of the World 1988*" (Washington) afferma che «sul piano economico è provata la possibilità di sostituire il 25% dell'offerta energetica fino al 2000 con un incremento dell'efficienza energetica e con costi inferiori a quelli della nuova produzione».



Simboli:



Paesi industrializzati



Paesi in via di sviluppo

() Consumo energetico medio pro capite (KW)

[] popolazione (miliardi)

Fig. 8 - (fonte: *Annual Review of Energy* 1985, vol. 10 - USA)

7.3. *Sopportabilità sociale di diversi sistemi energetici nello sviluppo della società industriale della Repubblica Federale Tedesca*

Questo studio fu commissionato nel 1978 dall'allora Ministro per la ricerca tecnologica della Germania Federale Volker Hauff ad un gruppo di scienziati sotto la direzione di K.M. Meyer – Abich e C.F. von Weizsäcker e raccomandato dall'Enquête – Kommission del Parlamento responsabile dei problemi energetici.

I risultati sono i seguenti:

– Le due vie energetiche “dolce” e “dura” sono tecnicamente realizzabili ed economicamente comparabili, con leggero vantaggio economico per la via dolce.

– La via energetica dolce è dal punto di vista della “sopportabilità sociale” di gran lunga più vantaggiosa. L'utilizzo del plutonio (reattori veloci) non risulterebbe sopportabile socialmente e l'ordine pubblico interno sarebbe messo in grave pericolo.

– La via energetica dolce, contrariamente all'altra, permette una economia di mercato orientata in senso ecologico-sociale.

7.4. *Conferenza Energetica Nazionale*

Attualmente l'Italia ha un consumo di energia totale di circa 150 MTep (milioni di tonnellate equivalente di petrolio) all'anno. Una previsione di aumento dei consumi a 180 MTep/anno per il 2000 è largamente conservativa.

Per sopperire a tale fabbisogno, la via energetica dolce offre investimenti analoghi in termini economici e risultati equivalenti in termini di prestazioni agli utenti, se confrontata con la via dell'offerta energetica dura (di cui fanno parte i progetti di megacentrali nucleari e a carbone).

La stessa Conferenza Energetica Nazionale tenutasi a Roma nel febbraio del 1987 ed in particolare la 1ª Commissione denominata “Economia, energia e sviluppo”, se pur a maggioranza filonucleare, ha codificato la possibilità di percorsi diversi per soddisfare le esigenze energetiche del 2000, come riassunto nelle figure 9 e 10, dove la via dolce è indicata con l'espressione “risparmio intermedio” e la via dura con “nucleare e carbone”.

Le figure 9 e 10 sono tratte dalla relazione di detta Commissione e riportano in prima colonna i risultati della via energetica dolce (corrispondente ad un risparmio energetico intermedio) e in seconda colonna i risultati della via energetica dura comprendente lo sviluppo di megacentrali nucleari e a carbone. Come si può vedere dalla tabella 1), la via energetica dolce prevede investimenti consistenti in interventi di risparmio e in fonti rinnovabili di energia, mentre la via energetica dura prevede forti investimenti in nuove megacentrali nucleari ed a carbone. I 7500 miliardi di lire per il nucleare nel caso di via dolce sono dovuti al “*decommissioning*” cioè allo smantellamento delle centrali esistenti. Inoltre i dati tra parentesi nella seconda colonna della tabella 1), indicano i costi per le centrali corretti con i dati provenienti dal Ministero dell'Industria basati sui costi reali della centrale di Montalto; si è inoltre tenuto conto del *decommissioning*: si tratta dunque di dati attendibili. Come si vede il totale delle due colonne della tabella 1) è equivalente (i dati aggiornati sono quelli tra parentesi). Altrettanto dicasi per il totale della

Tab. n. 1: I due scenari energetici: differenze nei costi d'investimento per il 2000 (in miliardi di lire a prezzi 1986)

	risparmio energetico intermedio	nucleare e carbone	
interventi di risparmio fonti nuove e rinnovabili	37.600	830	
calore	12.100	2.630	
eolico e fotovoltaico	10.600	—	
mini-idro	7.200	700	
geotermico	5.500	—	
totale	35.400	3.330	
sist. elettrico convenzionale			
nucleare	7.470	32.000	(62.700)
carbone	4.540	17.200	(21.000)
turbogas	140	100	
cogenerazione	13.800	—	
repowering	1.800	—	
idro	9.200	9.200	
geotermico	3.650	3.650	
trasmissione e distribuzione	24.100	33.800	
totale	64.700	96.000	(140.000)
altri (metanodotti, raffinerie, attività minerarie)	96.800	95.300	
totale generale	234.500	195.500	(230.000)

Fig. 9

tabella 2) riguardante la produzione di energia. I dati corrispondenti alla dizione "altri" (poco meno di 150 MTep in totale) corrispondono al consumo del 1985.

La figura 11 (tabella 3) indica il consumo del 1985 e il fabbisogno energetico italiano per il 2000 nel caso delle due vie, suddiviso per fonte primaria.

In particolare, per quanto riguarda *la sola energia elettrica*, l'attuale consumo in Italia è di circa 200 miliardi di chilowattora (KWh) all'anno. *L'aumento previsto* per il 2000 è di circa 90 miliardi di KWh che si può arrotondare in eccesso a *100 miliardi di KWh*.

Seguendo la via energetica dolce i 100 miliardi di KWh si possono ottenere nel modo seguente:

- 10 miliardi di KWh con sistemi di cogenerazione e teleriscaldamento.
- 70 miliardi di KWh con un rinnovamento tecnologico (motori, lampadine, elettrodomestici, ecc.) che permetta un uso razionale dell'energia.
- 10 miliardi di KWh con il *repowering*.
- 10 miliardi di KWh dalle fonti rinnovabili (in realtà per il 2000 si potrebbero già ricavare 20-30 miliardi di KWh).

Infine si riporta nella figura 12 il grafico derivato dagli studi di Paolo degli Espinosa ed Enzo Tiezzi, riguardante la produzione energetica italiana fino al 2050. Per quella data si potrebbe ridurre la produzione totale di 1/3 (da 150 a 100 MTep) e dell'energia prodotta 50 MTep potrebbero provenire da fonti rinnovabili.

Tab. n. 2 – I due scenari energetici: energia prodotta o risparmiata per il 2000 (in milioni di TEP/annuo)

	risparmio energetico intermedio	nucleare e carbone
interventi di risparmio	20.0	5.0
fonti nuove e rinnovabili		
calore	6.00	2.0
eolico e fotovoltaico	1.34	–
mini-idro	2.23	0.29
geotermico	1.40	–
totale	11.0	2.29
sist. elettrico convenzionale		
nucleare	–	15.7
carbone	–	15.7
turbogas	0.03	0.03
cogenerazione	2.20	0.03
repowering	2.23	–
idro	1.38	1.38
geotermico	1.40	1.40
trasmissione e distribuzione	–	–
totale	7.25	34.2
altri		
(metanodotti, raffinerie, ...)	114.0	106.2
parte restante del sistema energetico	32.3	37.4
totale generale	184.5	185.1

Fig. 10

Tab. n. 3 – Il fabbisogno energetico italiano 1985-2000 in MTep (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio)

	1985	2000	
		risparmio intermedio	nucleare e carbone
petrolio	86.0	65.5	62.2
gas naturale	28.0	48.5	44.0
carbone	15.0	21.9	42.6
nucleare	1.5	–	15.7
idroelettrico	9.8	13.4	11.5
geotermoelettrico	0.6	3.4	2.0
rinnovabili	–	7.3	2.0
elettricità d'importazione	5.2	–	–
totale	146.1	160.0	180.0

Fig. 11

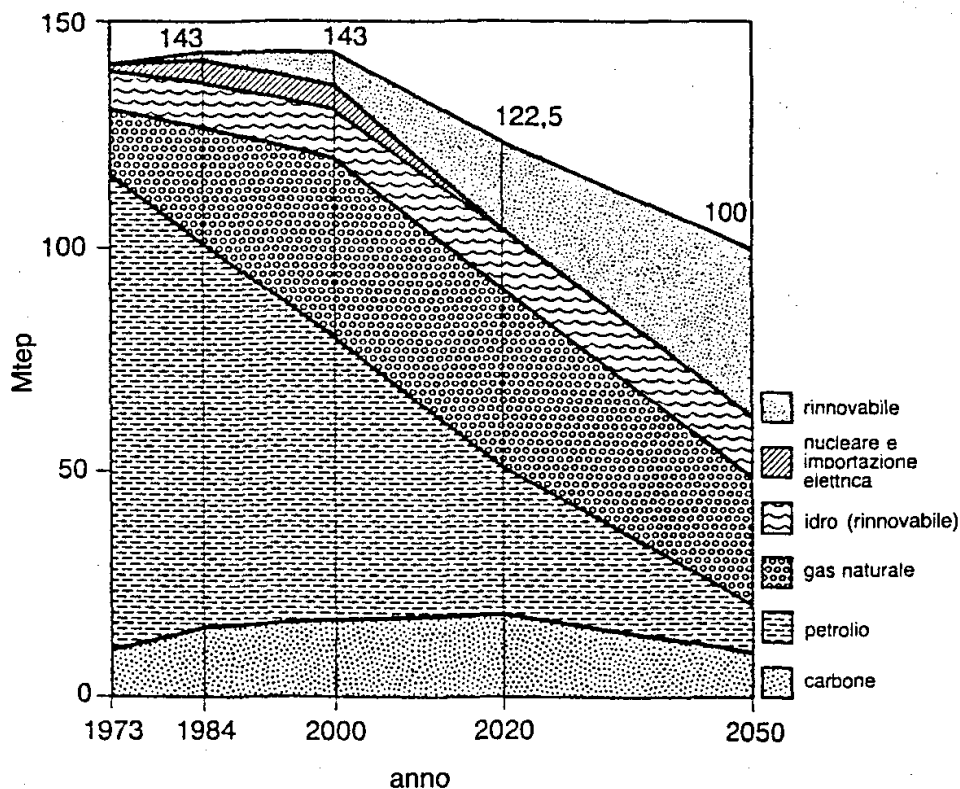


Fig. 12 – Diagramma-obiettivo per le prospettive di consumo complessivo in fonti primarie per l'Italia (fonte: "I limiti dell'Energia", Garzanti Editore, 1987)

8. Mentalità di pace, mentalità di guerra

Ci potremmo chiedere: «Come mai tanta opposizione alla via energetica dolce?».

Penso che il desiderio di potere e di privilegi ed in particolare la volontà di mantenere i Paesi in via di sviluppo in uno stato di dipendenza dal mondo industrializzato giochino un ruolo importante.

Vi è forse anche un'altra ragione di opposizione alla via energetica dolce. La tecnologia aggressiva e pericolosa dell'altra via ci impressiona e si impone. La tecnologia della via energetica dolce, pacifica ed in armonia con la natura, non la prendiamo nemmeno in considerazione: questo è frutto della mentalità di guerra di cui siamo figli. ■

Errata Corrige

Con riferimento all'articolo di Enrico Turrini pubblicato nel n. 1, 1988, di questa Rivista, si precisa che alla figura 8, p. 96, l'iniziativa della Svezia deve leggersi: "Referendum con decisione di smantellare le centrali nucleari entro il 2010 (1980).

Decisione del governo di anticipare la chiusura di tutte le centrali al 2003 (1988)". Si precisa inoltre che la figura 4, pubblicata a p. 94, è la figura 7.

Disarmo