

Le trappole dell'energia

Franco Ruzzenenti e Marino Ruzzenenti

Presentazione

Il 2003 è stato l'anno in cui il problema energetico è balzato con più evidenza alla ribalta dell'opinione pubblica: la seconda guerra all'Iraq, ormai con tutta evidenza immotivata se non per acquisire il controllo da parte degli Usa su una regione strategica per le riserve di petrolio; i ricorrenti rischi di blackout che hanno attraversato tutto il mondo Occidentale, compresa l'Italia; il lungo e drammatico ferragosto vissuto al buio da 50 milioni di cittadini di New York e di altre regioni degli Stati Uniti e del Canada; il riproporsi nel nostro Paese dell'opzione nucleare.

Dunque alle soglie del terzo millennio scopriamo con preoccupazione come le nostre società ipersviluppate, il nostro straordinario benessere, siano dipendenti dalle fonti energetiche e come questa dipendenza ci renda fragili, esposti al pericolo che tutto possa improvvisamente arrestarsi, lasciandoci nelle condizioni dei nostri antenati di qualche secolo fa.

E' possibile che in questi allarmanti blackout, peraltro non ancora ben chiariti nella loro dinamica, vi sia una dose di intenzionalità maliziosa, la volontà cioè di impaurire l'opinione pubblica e di persuaderla ad accettare soluzioni altrimenti indigeste: spendere ingenti risorse finanziarie e vite umane per mantenere la contrastata dominazione neocoloniale in Iraq; oppure accettare i rischi di un rilancio dell'energia nucleare su grande scala.

In ogni caso queste vicende segnalano a tutti la centralità del problema energetico per il futuro dell'umanità e come ad esso siano collegate le prospettive di un mondo di pace oppure di accesa conflittualità, di cooperazione nel segno della giustizia e del riequilibrio tra le regioni della miseria e quelle dello spreco oppure di un approfondimento del fossato che divide popoli ricchi e popoli poveri.

Temi, questi, particolarmente cari alla nostra rivista e che ci inducono quindi a cercare di riflettere e chiarire l'enigma energetico ed indicare possibili percorsi che privilegino l'unica via per noi eticamente percorribile, quella della pace e della giustizia.

1. La sostenibilità ambientale

Vi sono tre livelli da considerare per affrontare le problematiche energetiche: le quantità di energia consumata nel mondo e le previsioni sull'esaurimento dei combustibili fossili; l'iniqua distribuzione dei consumi energetici fra diverse popolazioni; gli effetti ambientali, in particolare nell'aumento dei gas serra e quindi nei cambiamenti climatici.

Potremmo partire ad quest'ultimo punto, perché metodologicamente è quello che ci serve a definire il quadro di compatibilità (in questo caso ambientale) in cui si colloca il problema. Inoltre, accanto al problema energetico, è il fenomeno che con più evidenza ha colpito l'opinione pubblica, con un'estate inusualmente torrida ed un clima che si sta tropicalizzando. Sugli effetti dei gas emessi dalla combustione massiccia dell'energia fossile, i cosiddetti gas serra, in particolare l'anidride carbonica, CO₂, rispetto ai possibili cambiamenti climatici indotti vi sono ancora discussioni fra gli scienziati anche se si vanno sempre più riducendo a

pochi “fondamentalisti” dello sviluppo coloro che negano il problema. Vale comunque il principio di precauzione, nonché gli orientamenti ormai inequivocabili assunti in sede Onu (Onu, *United Nations framework convention on climate change*, Kyoto, 1997; noto come protocollo di Kyoto), perché il fenomeno dei cambiamenti climatici sia di fronte a noi non come un’ipotetica prospettiva, ma come una realtà. Del resto basti considerare l’impressionante riduzione dei ghiacciai delle Alpi, centinaia di metri ogni anno, con la prospettiva di una loro totale scomparsa, se la tendenza si consoliderà, nell’arco di alcune decine di anni (sono il grande serbatoio d’acqua della pianura Padana e c’è di che preoccuparsi per le conseguenze di un simile evento).

Alcune previsioni considerano che, anche se venisse alquanto contenuto il consumo di combustibile fossile, la quantità totale di anidride carbonica presente in atmosfera in un breve periodo, dal 2000 al 2025, “passerà da circa 2.500 a circa 2.800-3.000 miliardi di tonnellate” (Giorgio Nebbia, 2002).

E tutto questo nonostante il protocollo di Kyoto indichi un obiettivo di riduzione del 5,2%. Ma è noto che gli Stati Uniti insistono a non sottoscrivere la convenzione sul clima, mentre del resto è improbabile che anche coloro che formalmente si sono impegnati (compresa l’Italia) siano in grado di perseguire in realtà quei risultati. Peraltro, secondo alcuni, per evitare cambiamenti climatici seri, bisognerebbe ridurre le emissioni di gas serra del 60-70% (Wwf, 2003).

L’opzione a questo punto sarebbe quella di una drastica riduzione dei consumi di combustibili fossili.

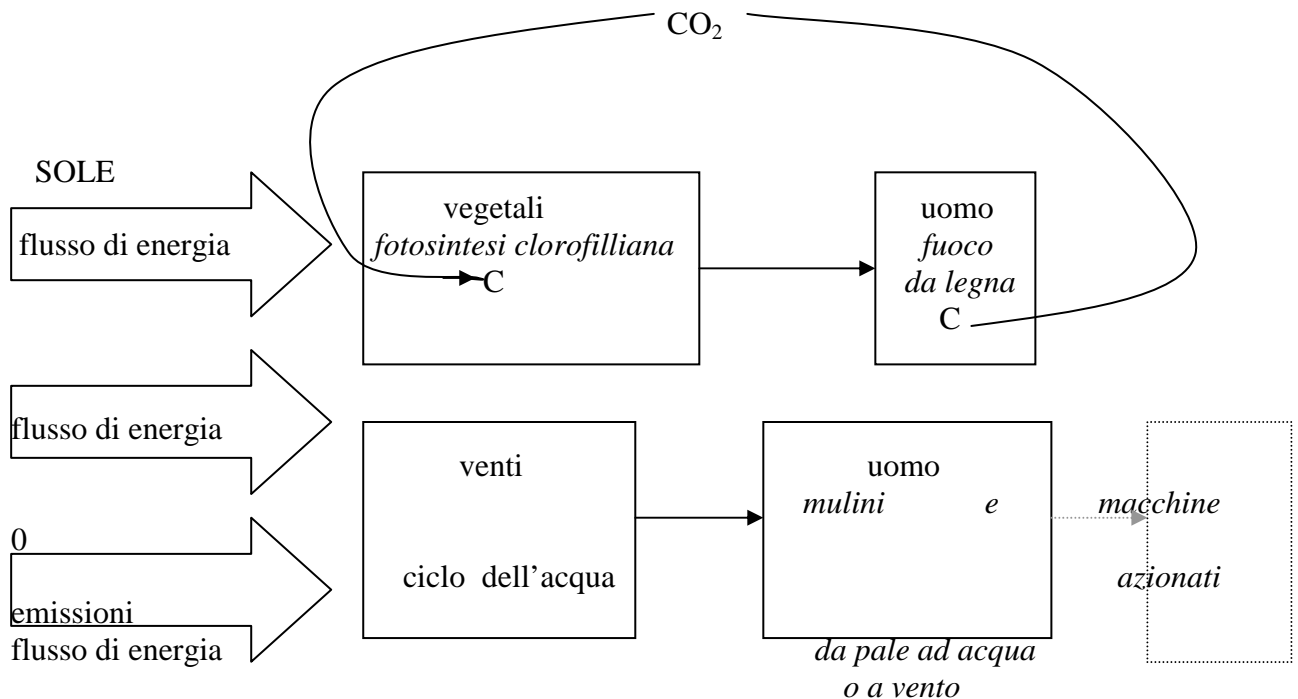
Perché consumare meno energia?

Dopo migliaia di anni durante i quali ha utilizzato il fuoco solo per scaldarsi o illuminare, e la forza idraulica o eolica per far girare i mulini e le macchine, con l’invenzione del motore a vapore, l’uomo ha iniziato a trasformare il calore in forza meccanica. Da quel momento l’energia disponibile all’uomo, con il carbone prima ed il petrolio poi, si è accresciuta enormemente, insieme alla sua capacità di modificare l’ambiente circostante. Da quello stesso momento però, non solo la forza lavoro e il capitale, ma anche l’energia (o per meglio dire, le fonti di energia) sono divenute un fattore essenziale per la produzione e perciò una materia d’interesse per l’economia. “La questione energetica” ha origine nell’Ottocento e verteva soprattutto sul rischio, o paura che fosse, di esaurimento del carbone. Successivamente la questione dell’esauribilità delle fonti si è traslata al petrolio ed oggi sta cedendo la sua ribalta al problema delle emissioni. Il cambiamento climatico globale sta scalzando nelle preoccupazioni degli energetisti il ruolo centrale che prima occupava il problema della disponibilità assoluta di fonti. Nell’opinione di tutti, gli effetti climatici delle emissioni (anidride carbonica *in primis*) produrranno i loro effetti disastrosi molto prima che l’ultimo barile di petrolio verrà estratto. Ecco perché oggi la “questione energetica” si pone innanzitutto come questione della riduzione delle emissioni, ovvero riduzione del consumo di combustibili fossili.

E’ possibile infatti con la tecnologia diminuire il contenuto di inquinanti delle emissioni (depurare, filtrare), ma non diminuire le emissioni *tout court*. Il carbonio nella CO₂ è lo stesso presente nel combustibile che viene bruciato per produrre calore. La materia non si crea, né si distrugge. La preoccupazione degli scienziati concerne proprio il bilancio globale di carbonio. Prima che l’uomo cominciasse a bruciare combustibili fossili, il carbonio emesso dall’uomo sotto forma di CO₂ era ottenuto, direttamente o indirettamente, dalle piante, le quali lo

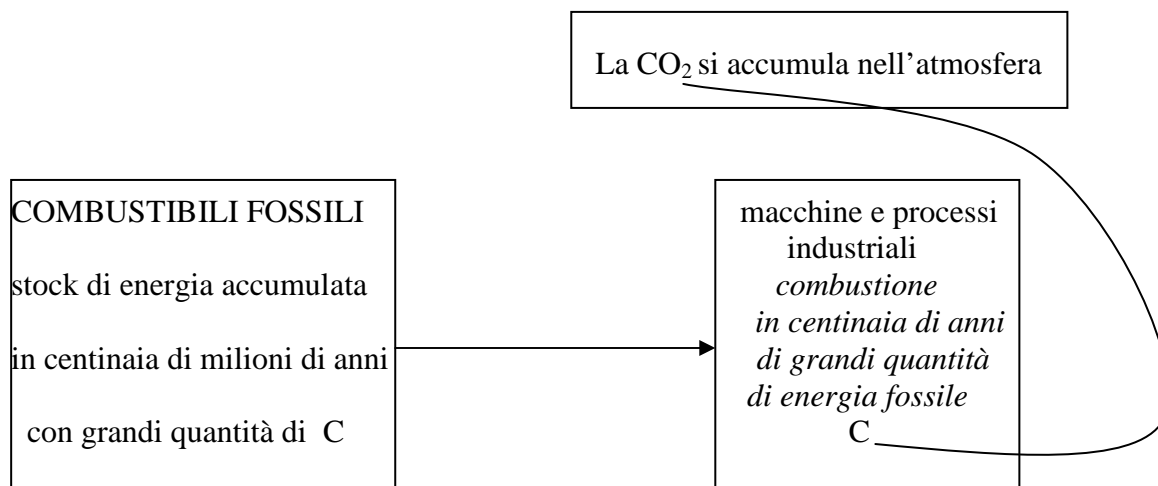
sottraevano all'atmosfera. I vegetali prendevano la stessa quantità di CO₂ dall'aria che poi gli animali restituivano. Questo ciclo perciò non alterava mai il bilancio di carbonio nell'atmosfera.

La civiltà preindustriale.



La temperatura dell'atmosfera dipende dalla composizione dell'aria (anche e soprattutto dalla quantità di CO₂). La capacità della biosfera di mantenere invariata la quantità di CO₂ attraverso i suoi cicli ha perciò l'effetto di stabilizzare la temperatura. I cicli della biosfera tuttavia, non sono immutabili. Molto prima che l'uomo comparisse sulla Terra, la biosfera aveva sequestrato (cioè, "nascosto" nel sottosuolo) enormi quantità di carbonio, i combustibili fossili appunto, sottraendole all'atmosfera. Questo processo (che avvenne in varie ere geologiche) cambiò drammaticamente, o "provvidenzialmente", il clima sul pianeta, rendendolo adatto alla vita animale sulle terre emerse. Ebbene, l'avvento della civiltà industriale si è fondato proprio sull'utilizzo intensivo e massiccio, di questi depositi arcaici di sostanza organica fossile, ovvero di carbonio "provvidenzialmente" immagazzinato nel sottosuolo.

La civiltà industriale



Il rischio di reimmettere di colpo in atmosfera tutto il carbonio nascosto nel sottosuolo è quello di ripristinare le condizioni climatiche precedenti o di causarne di nuove e imprevedibili. Ma il rischio ancora più imminente è legato al cambiamento stesso, il quale presumibilmente avverrà per eventi catastrofici e non graduali. Non c'è quindi alternativa ad una drastica riduzione di emissioni di anidride carbonica e quindi di consumo di combustibili fossili, anche se paradossalmente ne disponessimo in quantità illimitata.

2. Le dimensioni del problema

Generalmente, quando si pensa al problema dei consumi di energia, ogni riferimento viene fatto inconsciamente al solo settore degli usi finali dei prodotti o dei servizi, cioè a ciò che spendiamo per far funzionare gli elettrodomestici o per illuminare, riscaldare, raffreddare. Così accade quando in concomitanza di un blackout programmato, un rappresentante del Governo ci invita a “risparmiare l'energia”. In effetti, per il Governo, sarebbe molto più difficile rivolgere il medesimo invito al settore dei trasporti merci o a quello tessile senza incidere sulla produzione. I maggiori sprechi, si crede e forse non a torto, avvengono nei cosiddetti “usi civili” o per meglio dire: usi finali. Certamente i picchi di domanda sono causati da questo settore. Accadde questa estate con l'impennata della domanda di condizionatori o in passato con quella di personal computer. Diversamente, nel settore produttivo o in quello commerciale o dei trasporti gli andamenti della domanda presentano sviluppi più lenti e quindi programmabili. E' possibile però agire sulla sola domanda finale per ridurre i consumi globali di energia nel lungo periodo di una entità significativa quanto è quella prevista dagli accordi di Kyoto? E' sufficiente, sebbene auspicabile, agire cioè sulle sole abitudini di consumo degli individui per ridurre il consumo di energia di uno Stato?

Probabilmente buona parte del divario nei livelli di consumo energetici tra USA ed Europa è spiegabile dalle abitudini di consumo degli Americani inclini agli eccessi (ma anche dal basso

prezzo dell'energia e dagli alti redditi in rapporto all'Europa). L'abisso che divide però Primo Mondo e Terzo Mondo rivela che le cause dell'alto livello consumo di energia risiedono non solo nei comportamenti, ma anche negli standard di vita, ovvero, nel sistema economico-produttivo.

<u>Consumi pro capite di energia commerciale in alcuni paesi</u> (in chilogrammi equivalenti di petrolio. The World Bank, 1999)	
Stati Uniti	8051
Italia	2808
Messico	1525
Cina	902
India	476
Banbgladesh	197
Somalia	7

I grandi salti energetici che hanno caratterizzato le economie occidentali sono riassumibili: nella rivoluzione industriale, nella “rivoluzione verde” con la modernizzazione dell'agricoltura e più recentemente nel processo di globalizzazione e di ristrutturazione del sistema produttivo, il cosiddetto “post-fordismo”. Tutti questi cambiamenti macroscopici sono stati resi possibili dall'avvento dei combustibili fossili e hanno talmente forgiato il sistema economico da rendere molto più problematico e complesso ogni intervento diretto a ridurre il consumo di energia.

La rivoluzione industriale, la più conosciuta delle tre, può essere riassunta come un processo di trasformazione della materia (metalli, minerali, materie plastiche, ecc.) da parte dell'uomo per mezzo di combustibili fossili. Tale processo conta ancora oggi per quasi un terzo dell'intero consumo di energia (lo stesso del settore dei trasporti) nel mondo sviluppato e per quanto si parli di “dematerializzazione” dell'economia non ha in vero subito flessioni negli ultimi anni, ma è se mai rimasto stazionario sia per quantità di materia trasformata che energia consumata. Qualunque programma di riduzione radicale dei consumi non dovrebbe perciò prescindere, come Georgescu-Roegen e Giorgio Nebbia da tanto tempo sottolineano, dal problema merceologico. Il riciclaggio ed il riuso servono non solo a ridurre la quantità di rifiuti, ma anche a contenere i consumi di energia.

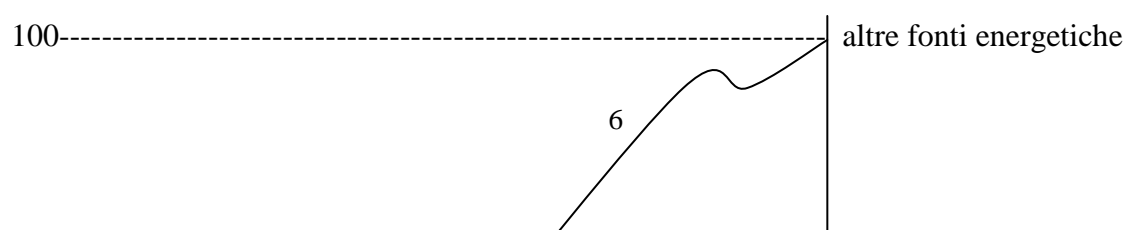
La seconda grande rivoluzione della storia recente dei paesi capitalistici è quella che ha investito l'agricoltura. Nei paesi sviluppati meno del 5-10 % della popolazione è impiegata nel settore agricolo contro il 40-60 % dei paesi sottosviluppati. Nonostante ciò, la produttività agricola del Nord del mondo è significativamente maggiore. Questo avviene perché l'agricoltura dei paesi sviluppati è “energeticamente sussidiata”. Quando si guarda ai bilanci energetici dei paesi ricchi l'agricoltura conta per una percentuale infinitesimale, ma il peso reale è mascherato dall'apporto del settore chimico. Il grande contributo energetico non risiede tanto nei trattori, ma nei fertilizzanti. Il processo di fissazione dell'azoto atmosferico infatti richiede enormi quantità di energia ed è praticamente lo stesso dalla seconda guerra mondiale. L'azoto è il principale fattore limitante della produttività agricola ed è tramite la produzione industriale di ammoniaca ed altri composti che l'uomo può sostenere i livelli che conosciamo di inurbamento e attività extra-agricole. La produzione di composti dell'azoto,

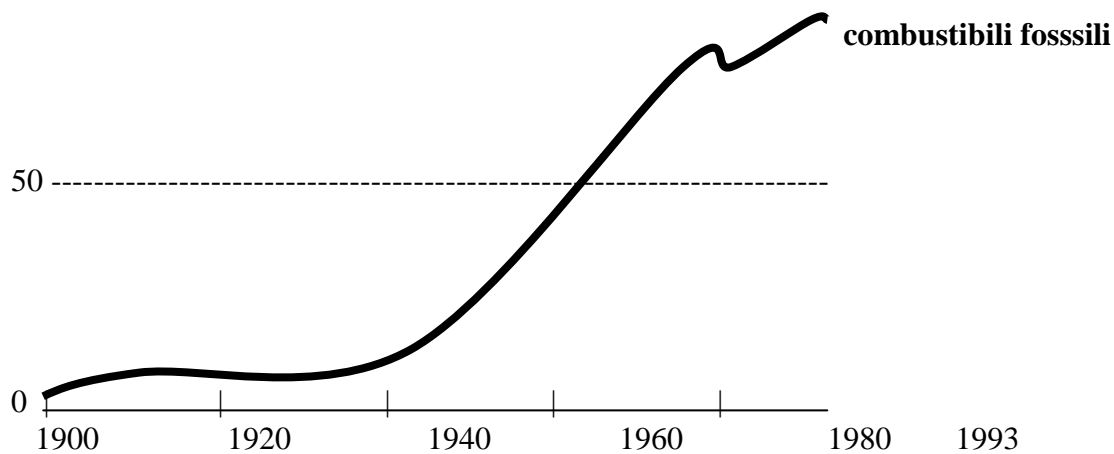
energeticamente costosissima, può essere infatti considerata uno dei principali indicatori di “sviluppo economico”. Per ridurre i consumi di energia nel settore agricolo perciò, bisognerebbe promuovere un’agricoltura meno intensiva e sviluppare tecniche biologiche di fissazione dell’azoto (come, per esempio, la rotazione delle colture).

La terza rivoluzione qui considerata è quella del settore dei trasporti (“la rivoluzione delle comunicazioni”, in senso lato). Essa include sia il processo di integrazione dei mercati, la “globalizzazione”, che quello della ristrutturazione del sistema produttivo. E’ un cambiamento che ha, in altre parole, coinvolto sia il movimento di merci che di persone nel suo complesso. Verso la fine degli anni Settanta il progresso tecnico ha notevolmente aumentato l’efficienza dei mezzi di trasporto, in particolare su gomma, diminuendo perciò i costi di trasporto. Ciò ha causato un progressivo aumento dei commerci, sia per volumi che per distanza, nel settore del trasporto merci ed un aumento dei viaggi, delle distanze percorse e della taglia delle autovetture, nel settore del trasporto privato. I bacini di traffico sono notevolmente aumentati e le strutture urbane delle città si stanno adattando, là dove possono, per ospitare livelli di mobilità privata su gomma sempre maggiori, per tacere del settore aereo. Ma il cambiamento più sorprendente l’ha subito il settore del trasporto merci. Il settore del trasporto merci su gomma è quello che negli ultimi anni ha visto i tassi di crescita maggiori di ogni altro settore energetico. Non solo sono aumentati i viaggi dei prodotti, cioè delle merci finite, ma soprattutto quelli dei prodotti intermedi. Non esiste più “la fabbrica” così come eravamo abituati ad intenderla, dove da una parte del processo entravano le materie prime e dall’altra usciva il prodotto. Oggi la catena di produzione è dislocata in aree geografiche diverse, generalmente transnazionali; spesso per una compagnia è più conveniente, per ridurre i costi di stoccaggio, mantenere le merci in movimento dentro questa enorme rete transfrontaliera che in magazzino. Ciò accade perché, mentre nei calcoli dei costi di produzione della fabbrica diffusa entrano in positivo i vantaggi della specializzazione, i bassi salari o gli scarsi controlli sociali e ambientali ottenibili in alcune aree del Pianeta, non vengono per nulla conteggiati in negativo i danni prodotti all’ecosistema mondo dalle conseguenti emissioni di gas climalteranti e dal degrado del territorio causato dalle infrastrutture viabilistiche. Né tanto meno nessuno sembra porsi questo problema. Di fronte alla pressione delle imprese tutti i gestori istituzionali si affrettano a progettare nuove autostrade, non interrogandosi sul banale quesito se, come diceva Beppe Grillo, piuttosto che scambiarsi i biscotti tra Italia e Danimarca non sia preferibile scambiarsi semplicemente la ricetta.

Sta di fatto che lo sviluppo dei Paesi del Nord del mondo è quasi totalmente fondato sui combustibili fossili che agli inizi degli anni Novanta rappresentavano l’86% delle fonti energetiche primarie (The World Bank, 1992), con un andamento nel corso del secolo di progressione geometrica.

Crescita del consumo mondiale di energia primaria commerciale nel corso del secolo (Bmw Ag, 1995)





Mentre di carbone ne avremo ancora a disposizione per centinaia d'anni, anche se in condizioni di escavazione sempre più difficili e costose, le riserve stimate di petrolio e gas naturale sono alquanto limitate. Ed il petrolio, in particolare, fra i combustibili fossili, è il più versatile negli impieghi, sia come propulsore di motori a combustione interna, sia nella produzione di energia elettrica, sia nell'industria petrolchimica, per la produzione delle plastiche. Pensare di sostituirlo con il carbone è impresa tecnicamente ed economicamente non facile: ad esempio è arduo immaginare automobili alimentate con il carbone, o il suo derivato gasogeno, come gli anziani ricorderanno avvenne nel periodo della seconda guerra mondiale, con i camion a carbonella. Si potrebbero derivare dal carbone, attraverso processi chimici, carburanti sintetici oppure convertire tutti gli autoveicoli ad elettricità o ad idrogeno, ma vi sono ancora molti problemi tecnici da risolvere e, per ora, costi elevati.

Quanto petrolio abbiamo quindi ancora a disposizione e per quanto tempo?

Alla prima domanda gli esperti hanno cercato di rispondere, anche se con dati non univoci, ma comunque abbastanza attendibili.

“Statisticamente, il confine delle risorse ultime può essere ottenuto sommando alle riserve provate le seguenti quattro voci: - riserve da scoprire: di cui vi è motivo di presumere l'esistenza in base alle conoscenze acquisite; - estensioni delle attuali riserve: per effetto di perforazioni addizionali; - rivalutazioni delle attuali riserve: per effetto di migliori conoscenze o di migliori tecniche;- aumento del tasso di recupero delle riserve in loco per miglioramenti tecnici.

Se si tien conto anche di queste voci, la quantità di petrolio che si stima estraibile in futuro è largamente superiore a quella espressa dalle riserve provate. La stima delle risorse ultime, è di certo nel mondo del petrolio quella più soggettiva, incerta, opinabile. Ne è testimonianza la grande variabilità delle quantificazioni formulate nell'ultimo mezzo secolo. Questa variabilità ha teso, comunque, nel tempo a ridursi - grazie anche alla maggior mole e alla miglior qualità delle informazioni disponibili - in un range compreso tra 1.700 e 2.200 miliardi di barili. A una simile conclusione perviene anche l'ottimo lavoro di Colitti e Simeoni del 1996. Impiegando metodologie ed ipotesi cautelative, questi Autori pervengono a stimare risorse ultime di petrolio (su cui poter far conto entro il 2030) per 1.690 mld. bbl: per circa 1.000 già scoperti, per 387 ancora da scoprire e per i restanti 305 mld derivanti da rivalutazioni, estensioni, aumento del tasso di recupero” (A. Clô,2000, p. 252).

Stima delle riserve ultime di petrolio (miliardi di barili, Colitti e Simeoni, 1996, p. 8).

	1981	1986	1993
riserve scoperte (a)	1.091	1.223	1.698
Riserve già prodotte (b)	449	526	699
<i>Riserve provate residue</i> (c) = (a) - (b)	642	697	999
<i>Riserve da scoprire</i> (d)	445	412	387
<i>Rivalutazioni ed estensioni</i> (e)	202	180	128
<i>Recupero avanzato</i> (f)	360	286	177
<i>Totale riserve ultime</i> (g) = (c)+(d)+(e)+(f)	1.649	1.575	1.690

Ancora più difficili sono le previsioni sull'esaurimento di queste riserve (e di quelle di gas naturale di dimensioni analoghe), perché ciò dipende, ad esempio, dal tasso di crescita che registreranno in futuro i Paesi in via di sviluppo (basti pensare alla gigantesca Cina, con tassi annui ormai stabilmente sopra il 10%!), ma anche dall'andamento del prezzo del greggio. In questo senso, ancora più importante, rispetto alla previsione di quando bruceremo l'ultimo barile di petrolio (tra 50 anni?), è importante sapere quando si raggiungerà il picco della produzione di petrolio, dopodiché la disponibilità di greggio comincerà inevitabilmente ed irrevocabilmente a calare, con fenomeni inflazionistici ed effetti sull'economia di difficile valutazione (una crisi petrolifera, come quella del 1973-74, di più grandi proporzioni e soprattutto di lunga durata). Al riguardo "gli esperti sono nettamente divisi in due schieramenti: quelli che ritengono che la produzione di petrolio convenzionale toccherà probabilmente il picco fra ventotto o trentotto anni e quelli che sono convinti che ciò possa avvenire prima, fra otto o diciotto anni" (Rifkin, 2002, p. 35). Tuttavia anche se le previsioni divergono sui tempi, concordano tutte che in ogni caso è questione di qualche decennio, come anche "nel ritenere che la maggior parte delle residue riserve di greggio si trovino nel Medio Oriente, e che il momento in cui il mondo comincerà a dipendere dal petrolio del Golfo Persico è solo questione di tempo" (Rifkin, 2002, p. 39).

La questione dell'Iraq

Molti osservatori, anche prima della recente evoluzione della vicenda irachena, avevano visto, dietro l'accanimento degli Usa, dei Bush padre e figlio, nei confronti dell'Iraq non tanto una preoccupazione per la mancanza di democrazia in quel Paese, ma un interesse vitale ed ossessivo per il controllo strategico delle ultime e più importanti riserve di petrolio. Del resto la politica internazionale degli Stati Uniti ha sempre considerato la democrazia una variabile dipendente dai propri interessi nazionali (i golpe nell'America Latina degli anni Settanta, il sostegno a regimi che di democratico hanno sempre avuto poco, come la Turchia, il Pakistan, l'Arabia Saudita...).

In ogni caso, a questo punto dell'evolversi del dopoguerra in Iraq, è viepiù difficile se non impossibile sostenere che la guerra fu resa necessaria per eliminare le "armi di distruzione di massa" che non sono mai state trovate, o per riconsegnare agli iracheni un Iraq democratico, visto che gli Usa non hanno nessuna intenzione di abbandonare la loro dominazione

neocoloniale, neppure nel momento in cui sono costretti, per loro difficoltà militari e politiche, a chiedere aiuto all'Onu.

Basta dare uno sguardo alla distribuzione geografica delle riserve di petrolio per capire il “dramma” che vivono gli Stati Uniti, consumatori di circa il 25% del greggio prodotto al mondo, con solo circa il 4% delle riserve ultime, contro un Medio Oriente che ne detiene circa il 60%.

I dieci più grandi paesi detentori di riserve petrolifere (miliardi di barili “Oil & Gas Journal”, numeri vari.)

<i>Paese</i>	<i>1998</i>	<i>%</i>
1 Arabia Saudita	259	25
2 Irak	113	11
3 Kuwait	94	9
4 Abu Dhabi	92	9
5 Iran	90	9
6 Venezuela	73	7
7 Russia	49	5
8 Messico	48	5
9 Libia	30	3
10 Cina	24	2
1-10 Sub-Totale	872	84
11 Resto Mondo	162	16
1-11 Totale Mondo	1.034	100
1-5 Medio Oriente	638	63
- OPEC	800	77
- non-OPEC	234	33

E' facile immaginare come la guerra in Iraq, se non cambia la strategia degli Usa definita nel *Project for a New American Century*, non sia un episodio casuale e assurdo. Lo chiarisce uno studio, precedente alle Torri gemelle, intitolato “Strategic Energy Policy Challenges of the 21st Century” (le sfide strategiche nella politica energetica del XXI secolo) del James Baker III Institute della Rice University del Texas e del Council on Foreign Relations, che riporta in particolare le preoccupazioni di Dick Cheney, attuale vicepresidente, e di Donald Rumsfeld, segretario alla difesa. “Lo studio chiarisce due punti. L'Iraq, seconda più grande riserva petrolifera al mondo, è fondamentale per i flussi petroliferi provenienti dal Medio Oriente. Nella relazione si insiste sul concetto che per ragioni di sicurezza economica l'America ha bisogno del petrolio iracheno, ma per ragioni di sicurezza militare gli Stati Uniti non possono permettere a Saddam la produzione del petrolio”. (J. Sachs, “Sole 24 ore”, 2 febbraio 2003). Si spiega così perché l'amministrazione Bush si sia lanciata in un'avventura dagli esiti imprevedibili. Anzi l'aggressione all'Iraq ed ancor più il mantenimento del dominio di quel territorio comportano dei costi agli Stati Uniti di gran lunga superiori a quanto potrebbero

fruttare le esportazioni di petrolio dell'Iraq, che nella migliore delle ipotesi, se si riuscisse a rimettere in moto l'apparato petrolifero, frutterebbero 15 miliardi all'anno.

Insomma, se si tiene conto che solo la permanenza delle truppe richiede circa 4 miliardi di dollari al mese, "i costi sono totalmente sproporzionati rispetto alla capacità di pagamento dell'Iraq", come ha recentemente riconosciuto lo stesso governatore Brenner. Ciò dimostra che "nei calcoli di Washington, l'oro nero figura come risorsa essenzialmente strategica più che economica: con la guerra contro Saddam si vuole perpetuare l'egemonia americana, molto più che non aumentare i profitti di Exxon" (Y. Sadowski, "Le monde diplomatique", aprile 2003). Per questo, anche ora che per necessità chiedono aiuto alla dileggiata Onu, gli Stati Uniti sono costretti a pretendere l'impossibile, cioè di mantenere a tempo indeterminato il controllo esclusivo dell'Iraq. In sostanza chiedono all'Onu di ripristinare i mandati coloniali, per il cui superamento proprio questa organizzazione è nata.

Un paradosso, da cui gli Stati Uniti non possono uscire finché pretendono di risolvere i problemi di scarsità delle risorse con le ragioni della forza unilaterale, e non della cooperazione nell'ambito delle Agenzie internazionali. Per questo la vicenda irachena è particolarmente emblematica del futuro che può attendere l'umanità: perdurando la sindrome dell'egemonia imperiale all'interno dell'amministrazione Usa, le guerre per il petrolio diverranno permanenti, come anche le retroazioni negative sull'economia del sistema mondo, dentro un circolo vizioso per cui i costi del dominio a quale non si sa rinunciare sono superiori ai ricavi che dal dominio stesso si possono trarre, involuzione molto simile a quella che capitò nel quarto secolo all'impero romano.

La questione interessa vitalmente, però, i destini dell'umanità intera, per i prezzi altissimi che saremmo chiamati tutti a pagare: per questa via, infatti, non si risolve la crisi energetica ed ambientale, anzi la si peggiora; inoltre sono evidenti le devastazioni, i lutti, gli odi che vengono seminati in un'area del mondo a noi vicina e già difficile per il secolare conflitto israelo-palestinese (Com'è pensabile un dialogo positivo con l'Islam, se la più grande potenza dell'Occidente cristiano si dedica alla rapina, armi in pugno, del petrolio che Allah ha depositato sotto i piedi degli islamici?).

3. Il futuro dell'energia

Per affrontare il tema del futuro dell'energia è necessario innanzitutto distinguere tra previsioni e propositi. Sarebbe a dire che dobbiamo stare cauti a non confondere ciò che vorremmo con ciò che più probabilmente sarà. Tale acquisizione, sebbene possa sembrare banale, è essenziale per interpretare le opinioni degli esperti, i quali, a seconda della loro estrazione, tendono ad essere ottimisti o pessimisti, critici o apologetici. Essi stessi, gli scienziati, sovente tralasciano di esplicitare se il loro commento debba essere inteso come un auspicio o una proiezione.

Gli auspici

Come già detto, le posizioni nel mondo della scienza sul futuro dell'energia non sono compatte. Esse talvolta divergono per ragioni teoriche, più spesso per motivi accademici o di formazione. Gli ingegneri sono più "interventisti", mentre i chimici più conservativi, così come gli impiegati nelle agenzie governative sono più entusiasti, mentre i cattedratici sono più scettici. Esiste però un consenso generale, fatta eccezione per economisti, politici e petrolieri, circa il futuro dei prezzi relativi dell'energia: il petrolio deve essere

significativamente tassato (tra le 5 e le 10 volte il costo attuale, secondo molti). Per molti scienziati questa viene addirittura vista come *conditio sine qua non* per l'attuazione di qualsiasi politica energetica di riduzione delle emissioni (cioè, di riduzione dei consumi di combustibili fossili). Nell'opinione di molti, un drammatico aumento del costo (comandato) del greggio avrebbe il salutare effetto di ridurre i consumi, rendere economiche altre fonti di energia e migliorare l'efficienza dell'uso.

Sulle soluzioni tecnologiche esiste invece un'ampia varietà di vedute. Sul tema dell'efficienza esiste per esempio una netta divisione tra scettici e ottimisti. C'è chi ritiene che con una "rivoluzione dell'efficienza" che investa tutte le tecnologie di trasformazione dell'energia, i mezzi di trasporto, le unità abitative, la struttura urbana delle città sia possibile ridurre i consumi fino ad un quarto di quelli attuali. C'è invece chi obietta che storicamente ogni miglioramento dell'efficienza ha condotto ad un aumento dei consumi per effetto di una diminuzione dei prezzi relativi dell'energia. Secondo questa opinione l'aumento dell'efficienza se non accompagnato da un controllo dei consumi, cioè da una scarsità indotta delle risorse, non fa altro che sviluppare la potenza complessiva del sistema e perciò aumentare il consumo di energia. Esiste poi un panorama di piccole soluzioni tecnologiche, alcune buone, altre meno, nessuna risolutiva. C'è chi propone il sequestro della CO₂ in giacimenti di gas o di petrolio. Intervento ritenuto però marginale per ragioni tecniche, logistiche e geologiche, anche dagli stessi fautori. Ci sono poi anche le proposte avveniristiche: giganteschi impianti di generazione elettrica che sfrutterebbero le maree o impianti solari o nucleari orbitanti che veicolerebbero l'energia sulla Terra sotto forma di onde elettromagnetiche. Esistono poi i sostenitori "dell'era dell'idrogeno", i quali però non hanno ancora reso noto con quale risorsa intendano produrre l'idrogeno (il quale, come l'elettricità, è un vettore e non una fonte di energia).

Un'attenzione particolare merita la questione delle fonti. Esiste più o meno un consenso generale che l'unica, vera e sostenibile fonte alternativa sia il Sole. Secondo tutti dovremmo muoverci verso questa fonte (nelle sue varie forme: idrico, eolico, termico, fotovoltaico e fotosintetico). Pochi però credono che questa possa divenire l'unica fonte, almeno in un orizzonte a medio termine (40-50 anni) e alcuni persino l'aborriscono, dati i consumi attuali. La produzione di energia da biomassa (il biodiesel, per intenderci), come molti fanno osservare, se venisse adottata su vasta scala per sopperire a questi livelli altissimi di consumo, rischierebbe di sconvolgere i delicati equilibri ecologici della Terra. A differenza di quanto si crede, infatti, l'impatto ambientale dell'agricoltura è cospicuo, in termini di liscivazione, perdita di biodiversità, desertificazione, equilibri idrologici e cicli biogeochimici; inoltre richiederebbe di impiegare ingenti porzioni di terre coltivabili da sottrarre alla produzione alimentare, con ripercussioni indesiderabili sul già grave problema della fame.

Sul fotovoltaico come unica fonte esiste molto scetticismo. Il fotovoltaico infatti, anche volendo tralasciare gli alti costi economici, ha un basso rendimento, soprattutto se si considera l'intero ciclo di vita del silicio. Inoltre, se si estendesse globalmente e pervasivamente, potrebbe diventare un fattore limitante sia la produzione che lo smaltimento del silicio. Molti obiettano anche che sostituire *ex-abrupto* una fonte a bassa intensità, come il fotovoltaico, con una ad alta intensità, come le fonti fossili, sia impossibile. La nostra economia e la nostra società sono state forgiate negli ultimi cento anni dalla natura intensiva di fonti ad alto contenuto energetico in rapporto al volume. Potrebbe perciò essere difficile introdurre massicciamente fonti che necessitano di una vasta superficie in rapporto alla potenza sviluppata.

In sintesi, nella comunità scientifica esistono due schieramenti: chi si appella principalmente alla tecnica e chi al concetto di limite.

Le previsioni

La previsione per il futuro dell'energia per la comunità scientifica è sempre un compito ingrato e doloroso. E' un esercizio di equilibrismo e di dissociazione psichica, poiché della politica energetica anch'essi sono spettatori, sebbene qualificati. Le scelte spettano in ultima istanza ai governi e soprattutto alle grandi compagnie. Quelli più pragmatici e disincantati tra gli scienziati guardano al quadro attuale ed elaborano delle estrapolazioni basate sull'esperienza e sulle linee di tendenza esplicite o implicite nel complesso politica-economia-ricerca. Osservano dove i fondi maggiori vengono destinati in ricerca, prospezione e sviluppo e analizzano lo stato di avanzamento delle nuove linee di ricerca.

Inoltre, nel dover formulare previsioni circa la disponibilità di determinate fonti, gli esperti incorrono nel problema dei livelli futuri di consumo. Quale scenario futuro adottare? Crescita zero, crescita stazionaria, riduzione dei consumi? E poi, con quale distribuzione? Persistenza degli squilibri tra nord e sud oppure convergenza dei sentieri di sviluppo? Ancor che difficile valutare la quantità assoluta dei giacimenti, risulta arduo, come si è già visto, stimarne il tasso di esaurimento.

I combustibili fossili

Il consumo di combustibili fossili prevedibilmente continuerà ad aumentare nei prossimi anni. La produzione di petrolio è destinata a crescere e, come si è visto, per qualche decina di anni sarà disponibile ancora a basso costo.

Gli orizzonti di esaurimento del carbone sono invece molto più ampi, dell'ordine delle centinaia di anni, ma non si prevedono significativi aumenti della produzione, nonostante gli standard tecnologici ed ambientali della combustione del carbone siano aumentati negli ultimi anni. Oggi è possibile produrre energia elettrica dal carbone a costi di esercizio competitivi, gli elevati costi di impianto verrebbero ridotti in virtù degli effetti di scala dell'economia. Per questo motivo esistono alcuni analisti che prevedono un ritorno all'era del carbone dopo quella del petrolio.

Esiste poi un generale accordo sul fatto che nei prossimi anni saranno gli idrocarburi gassosi (metano, butano, propano ecc.) a subire lo sviluppo maggiore. Il gas è un combustibile più pulito degli idrocarburi liquidi. Praticamente emette solo vapore e anidride carbonica ed inoltre, a parità di energia sviluppata, le emissioni di anidride carbonica sono minori. L'inconveniente del gas è sempre stato quello dello stoccaggio e della distribuzione (e delle perdite connesse). Oggi le tecnologie di stoccaggio sono migliorate ed i progetti di gasdotti si aggiungono a quelli degli oleodotti, ridisegnando talvolta i confini geopolitica nel mondo. A conferma di questa linea di tendenza vi è il fatto che anche le grandi compagnie internazionali investono sempre di più sul gas naturale. Questo andamento rende però abbastanza incerta la frontiera di esaurimento delle riserve, che si stima dovrebbero ammontare ad una quantità paragonabile a quella del petrolio.

Il paradosso del prezzo del petrolio [BOX?]

Forse molti ricordano la guerra del Kippur, l'embargo verso Stati Uniti e Olanda deciso dal blocco dei paesi arabi appartenenti all'OPEC e il programma di riduzione della produzione finché fosse completato il ritiro di Israele dai territori occupati nel 1967. Era il 17 Ottobre del 1973. Secondo l'opinione comune fu quella crisi e quell'embargo, voluto soprattutto dall'Arabia Saudita, che scatenò il primo shock petrolifero.

Forse alcuni americani ricordano anche un drammatico <<energy message>> che il Presidente Richard Nixon indirizzò alla Nazione ammonendola che negli anni a venire ci sarebbe stata la possibilità di dover affrontare scarsità di energia e aumenti dei suoi prezzi. Era il 18 Aprile del 1973, sei mesi prima della dichiarazione di "guerra economica" dell'Opec.

Forse qualche parlamentare americano ricorderà anche *The Oil Import Question: A Report on the Relationship of Oil Imports to the National Security*. Un documento di 400 pagine presentato al Congresso americano dalla *Cabinet Task Force on Oil Import Control*, presieduta da George Shultz, nel quale si delineava in tono allarmante il rischio per gli Stati Uniti di perdere la loro indipendenza energetica proprio mentre l'Unione Sovietica consolidava la sua posizione di esportatore netto di energia. Era il 2 Febbraio del 1970. Gli Stati Uniti fino ad allora erano sempre stati autosufficienti. Il mercato interno, il cui petrolio era peggiore di quello mediorientale sia per costi di estrazione che per qualità di raffinazione, aveva una struttura concorrenziale composta da molti piccoli operatori indipendenti ed era sempre rimasto legislativamente blindato alle importazioni straniere. Il Governo americano era in quegli anni impegnato a coadiuvare, militarmente e diplomaticamente, il controllo del mercato mondiale ad opera delle *majors* sul fronte esterno e sul quello interno a proteggere il fragile e composito mercato che però riusciva a sopperire da solo alla domanda energetica degli USA. Tutto questo fino al 1970, quando improvvisamente l'Amministrazione si rese conto che ormai le riserve americane erano prossime all'esaurimento e che, dovendo aprire il mercato alle importazioni, il petrolio arabo, economico e di elevata qualità avrebbe potuto invadere il Paese. In un altro rapporto del *National Petroleum Concil* del Dicembre del 1972 si affermava esplicitamente che il prezzo del petrolio sarebbe dovuto aumentare tra il 60 % ed il 125 % per creare una "camera di decompressione" sufficiente a tamponare le importazioni e proteggere i produttori interni.

Il primo shock petrolifero fu scatenato dai paesi arabi dell'Opec per rappresaglia o fu una operazione orchestrata dagli USA per scaricare sul resto del Mondo il costo di una politica protezionista e strategica?

Per "fare" il prezzo del petrolio, in un contesto di "quasi" libero mercato come quello attuale, bisogna essere in grado di controllare le riserve e variare la produzione in modo tale da poter condizionare l'offerta mondiale. La produzione del Texas non è certo sufficiente, ma quella di Kuwait, Iraq, Arabia Saudita, Venezuela, Abu Dhabi e Messico lo è. Diciamo che questi paesi, tutti "amici" o resi "amici" con la forza degli Stati Uniti, producono quasi il 35 % del petrolio mondiale e possiedono circa il 65 % delle riserve. Esistono poi paesi come Arabia Saudita e Kuwait, veri e propri rubinetti, che possono variare agevolmente la produzione di frazioni dell'ordine di milioni di barili al giorno, senza disturbare i bilanci pubblici o affamare la popolazione.

Molto probabilmente la crisi fu voluta dagli USA, scatenata dai paesi "amici" all'interno dell'Opec (Arabia Saudita su di tutti) e poi materialmente eseguita dalle *majors*.

Certamente, nonostante l'apparenza, gli USA e le *majors* beneficiarono più di ogni altro di quella crisi. Gli Stati Uniti poterono aprire il mercato al petrolio estero e salvaguardare i produttori nazionali senza applicare alcuna tassa protezionistica il cui costo sarebbe ricaduto

sull'economia americana. Una tassa avrebbe significato infatti che gli americani avrebbero pagato di più ciò che in effetti, al resto del Mondo, costava meno. Con uno shock dei prezzi del greggio invece, tutti avrebbero pagato di più e, dato che i contratti erano (e sono) siglati in Dollari, l'inflazione e la svalutazione avrebbe permesso agli USA di pagare meno in termini di valore reale (senza considerare che tutti i "petrodollari" tornavano sotto forma di investimenti). Le grandi compagnie, dal canto loro, con i massicci investimenti che derivarono dagli ingenti proventi, poterono diversificare la loro produzione e diminuire la dipendenza dal Medio Oriente, zona che diveniva allora sempre più instabile.

Per i paesi Opec invece lo shock petrolifero fu deleterio ed in alcuni casi, come per alcuni paesi Sudamericani, devastante. All'inizio certo vi fu euforia, prosperità, ma ben presto finirono le vacche grasse. L'inflazione erodeva il valore dei ricavi, soprattutto perché essi erano comunque diretti, o per acquisti o per investimenti, verso i paesi consumatori (di petrolio). Inoltre, prima per la contrazione della domanda e poi perché le compagnie internazionali avevano cominciato a produrre petrolio Off-shore e in Paesi extra-Opec, il contraccolpo fu forte in termini di riduzione delle quote di mercato.

Esiste però un aspetto inaspettatamente positivo di questa vicenda drammatica. Per la prima ed unica volta, durante la crisi petrolifera, diminuirono sensibilmente, soprattutto negli Stati Uniti, i consumi di idrocarburi senza che l'economia entrasse in recessione. Successe che le macchine si "rimpicciolirono" (cilindrata e in dimensione), l'efficienza migliorò in molti processi e si svilupparono fonti alternative. In due parole: si promosse il risparmio, veramente.

Questo episodio di storia recente dimostra che il prezzo del petrolio è la variabile fondamentale dell'economia e che condiziona in modo univoco il consumo globale di energia. Di fatto, chi controlla il prezzo del petrolio (cosa più importante da controllare dei giacimenti stessi) controlla l'economia mondiale. Esisterebbe perciò un modo diretto ed efficace per conseguire gli scopi di riduzione dei consumi sanciti dagli accordi di Kyoto: aumentare in modo indotto il prezzo del petrolio. Tale aumento, che potrebbe avvenire o per mezzo del controllo sulla produzione, diminuendo cioè l'offerta, dovrebbe avvenire contemporaneamente su scala mondiale per ripartire equamente i costi e non danneggiare nessun singolo Stato in modo particolare (anche se in realtà, con il sistema monetario e commerciale internazionale in vigore oggi, la ripartizione degli shock non è mai equa...). Questa ricetta che sembra tanto impossibile alle persone dotate di "senso della realtà", poiché prevederebbe una sorta di unanimità internazionale, ricalca ciò che successe durante le famose crisi petrolifere, senza accordo internazionale.

Nuove tecnologie: l'illusione dell'idrogeno

Per quel che riguarda le tecnologie di trasformazione dell'energia, nessuno intravede nel futuro immediato l'affermarsi di processi rivoluzionari. Si prospettano tante piccole innovazioni dirette a ridurre gli sprechi e a migliorare l'efficienza, soprattutto nel campo dell'uso civile dell'energia (ad esempio, diffusione capillare del gas per il riscaldamento per mezzo di boilers più efficienti, coibentazione degli edifici...). Interventi, come vedremo più avanti, comunque efficaci sia in termini economici che ambientali (riduzione netta di emissioni di CO₂).

Pochi invece credono ancora alle magnifiche sorti dell'idrogeno.

Per certi aspetti quello dell'idrogeno si presenta come un grande *bluff* alimentato in particolare dal clamore che ha accompagnato l'ennesimo saggio di Jeremy Rifkin, *Economia*

all'idrogeno (2002), in cui si preannuncia dopo la civiltà dei combustibili fossili, appunto una nuova era fondata su una fonte energetica pulita ed inesauribile, appunto l'idrogeno. Senonchè il lungo saggio di Rifkin, per altri aspetti indubbiamente interessante, è fondato su un equivoco che non viene mai esplicitamente chiarito e che solo un lettore scaltro riesce a scoprire (non certo la divulgazione massmediatica!). Il teso, dopo essersi dilungato nel descrivere la crisi ineluttabile dell'economia del petrolio descrive come l'utilizzazione dell'idrogeno nelle celle combustibili, consenta da un canto di azzerare le emissioni di gas serra, dall'altro di emancipare il consumatore e quindi il cittadino dalla dittatura del sistema centralizzato di produzione e distribuzione dell'energia, come quello attuale. Si avrebbe, in sostanza, un'energia inesauribile, pulita e democratica. Ciò che non si spiega mai con chiarezza è come ottenere questa disponibilità diffusa di idrogeno, perché se è vero che la biosfera ne contiene quantità praticamente illimitate, è anche vero, purtroppo, che esso non si trova allo stato libero, e quindi immediatamente utilizzabile, ma intrappolato in particolare nell'acqua (H₂O) o, ma torneremmo da capo, ad esempio nel metano (CH₄). E per liberare l'idrogeno dall'abbraccio con l'ossigeno si richiede l'impiego di energia elettrica, attraverso quella che si chiama elettrolisi, un processo esattamente inverso a quello delle celle combustibili.

Cella elettrolitica per la produzione di idrogeno dall'acqua

energia elettrica → 2H₂O = 4H + O₂

Cella combustibile per la produzione di energia elettrica dall'idrogeno

4H + O₂ (dall'aria) = energia elettrica e 2H₂O che si libera in aria come vapore

Quindi, per avere l'idrogeno, occorre energia elettrica in grande quantità, che a sua volta deve essere prodotta con fonti energetiche primarie, combustibili fossili, nucleare o solare. Insomma, l'idrogeno, come l'energia elettrica, è di fatto un semplice vettore di energia che deve essere originariamente prodotta in altro modo. Va inoltre considerato che la duplice trasformazione sopra descritta (celle elettrolitiche - celle combustibili) non avviene ovviamente a somma zero, ma, come ci insegna la termodinamica, con una perdita netta di energia, per cui l'elettricità impiegabile all'uscita, ad esempio in un'automobile, è inferiore a quella in entrata.

In conclusione, l'idrogeno non è una fonte energetica primaria alternativa a quelle già note ed inoltre, tenendo conto anche dei problemi tecnici di contenimento e stoccaggio (è altamente infiammabile ed esplosivo) e dei bassi rendimenti energetici, è difficile prevederne gli sviluppi applicativi futuri.

Il nucleare

Nonostante il clima sfavorevole che si era affermato in Occidente a seguito di incidenti e disastri ecologici, il nucleare sta tornando silenziosamente in auge, anche se i progetti di sviluppo sono tenuti ben al riparo da ogni dibattito pubblico. Gli investimenti nel mondo stanno aumentando, particolarmente negli Stati Uniti, anche perché l'energia nucleare resta

però l'unica fonte energetica esistente a basso costo, perciò alternativa ai combustibili fossili, che non produce emissioni climalteranti e con una disponibilità dell'ordine dei milioni di anni. E' probabile per il futuro un suo maggiore impiego, ma non su vasta scala perché le potenze economiche e militari temono una proliferazione nucleare. L'uranio arricchito che serve per impieghi civili è lo stesso usato per scopi militari. Inoltre, se la sicurezza degli impianti è stata notevolmente migliorata, rimangono sempre dei margini di rischio (probabilisticamente bassi, ma dalle conseguenze irreversibili). Resta in particolare irrisolto il problema delle scorie, per le quali i costi di smaltimento ed i rischi ambientali sono elevatissimi, soprattutto per le future generazioni. In Italia, come è noto, da anni si sta letteralmente brancolando nel buio per trovare un'idonea collocazione definitiva alle scorie prodotte da trent'anni di avventura nucleare nel nostro Paese. Recentemente si è ipotizzata una parziale esportazione in Russia, la pattumiera nucleare del mondo, in considerazione del fatto che nessuna regione italiana le vuole sul proprio territorio (la Sardegna si è unanimemente ribellata ad una simile ipotesi). D'altro canto, ancora più dilettesca è l'alternativa avanzata da qualcuno di distribuirle equamente fra tutte le regioni; dilettesca e sciagurata, perché si avrebbe una disseminazione difficilmente controllabile su un vastissimo territorio, con conseguenze ancor peggiori. Insomma un bel rompicapo, destinato a raffreddare i revival nuclearisti di alcuni rappresentanti dell'attuale Governo.

Esisteva un po' di anni fa molto ottimismo circa le sorti dell'energia prodotta dalla fusione nucleare, che a differenza del processo di fissione (quello che comunemente è detta "energia nucleare") non produce scorie radioattive. La fissione nucleare utilizza l'energia rilasciata dalla rottura del nucleo dell'atomo di un isotopo dell'uranio, mentre nella fusione l'energia viene rilasciata a seguito dell'unione di due particolari isotopi di idrogeno che generano un atomo di elio (una reazione atomica analoga a quella che avviene nel Sole). Oggi però si sta diffondendo un generale scetticismo. Negli ultimi decenni nessuno progresso infatti è stato fatto per rendere questa energia economicamente vantaggiosa e tecnicamente sviluppabile (un problema, per esempio, è il controllo dell'elevatissima temperatura che si deve raggiungere durante la fusione).

Il solare

Nonostante la consapevolezza che il solare sia la strada migliore, perché non produce emissioni e non pone problemi di esauribilità, nessuno sembra disposto a scommettere su di un suo pronto sviluppo e immediata diffusione. Tra tutte le sue forme disponibili in natura, solo l'idroelettrico ha costi competitivi, sebbene siano fotovoltaico, eolico e biomassa (cioè legname e coltivazioni agricole dedicate) a catalizzare gli interessi (forse perché dell'idroelettrico si considera esservi nel mondo una potenza disponibile piccola rispetto alle altre fonti). Sul fotovoltaico ed eolico pochi vedono dei possibili margini di miglioramento tecnici che ne riducano i costi ed è per questo che in contesto di bassi prezzi dell'energia la loro introduzione rimarrà sovvenzionata e residuale. Anche i biocombustibili sono considerati improponibili per una agricoltura così energeticamente sussidiata con il supporto della chimica; tanto sussidiata che secondo alcuni i rendimenti netti dei biocombustibili sarebbero quasi nulli.

Consumare meno energia e ridurre gli sprechi

In conclusione, se non si vogliono esasperare i cambiamenti climatici in corso con conseguenze disastrose e se non si intende perseguire con la forza, cioè con la guerra preventiva permanente, l'esclusivo sfruttamento delle risorse scarse a vantaggio dei pochi ricchi, lasciando i tanti condannati all'indigenza, non sembrano esservi alternative alla riduzione dei consumi energetici ed al risparmio.

La conversione al solare, cioè il ritorno con le nuove tecnologie disponibili al flusso di energia di cui ha goduto l'umanità per millenni prima della civiltà industriale, è auspicabile, ma non è facilmente e rapidamente percorribile.

Del resto la scorciatoia del nucleare comporta un carico di contaminazione per le generazioni future che il principio di responsabilità non ci permette di lasciare sul pianeta: "Agisci in modo che le conseguenze della tua azione siano compatibili con la permanenza di un' autentica vita umana sulla terra" (Hans Jonas, 1979).

Quindi, già ora, mentre si dovrebbe ridurre drasticamente il ricorso ai combustibili fossili e procedere con la conversione al solare, sono possibili, pratiche individuali parsimoniose ed interventi tesi ad un uso più efficiente dell'energia. Questo consentirebbe, anche di fronte ai paventati blackout, di evitare la folle rincorsa all'aumento della produzione con nuove centrali termoelettriche, come sta avvenendo nel nostro Paese con la liberalizzazione del settore energetico, anzi addirittura sarebbe possibile chiudere le centrali termoelettriche meno efficienti e più inquinanti.

Non sono gli ecologisti sognatori a dire questo, ma l'Agenzia del Ministero dell'Ambiente che attesta come con il risparmio energetico si potrebbero ottenere nel 2015 circa 85 miliardi di KWh disponibili, corrispondenti a quanto prodotto da 15 grandi centrali a ciclo combinato da 800 MW.

Potenzialità e scenari di risparmio energetico (Rapporto Anpa, *La risorsa efficienza*, Roma, 1999).



Uso finale	Settori	Risparmio potenziale netto (TWh, 1 miliardo di KWh)	Risparmio ottenibile al 2015 (TWh)
Riscaldamento ambienti	di Domestico Commerciale Industriale Totale	0,7 0,7 1,4	0,8
Riscaldamento dell'acqua	Domestico Commerciale Industriale Totale	3,3 0,9 4,2	3,1
Illuminazione	Domestico Commerciale Industriale Totale	3,6 18,7 4,4 26,7	19,6
Motori elettrici	Domestico Commerciale Industriale Totale	4,6 25,6 47,7 77,8	31,1
Elettricità di processo	Domestico Commerciale Industriale Totale	0,9 1,8 7,7 10,4	4,7
Elettrodomestici	Domestico Commerciale Industriale Totale	27,3 5,1 32,4	23,8
Totale	Domestico Commerciale Industriale	40,5 52,8 59,9	28,3 30,0 26,8
TOTALE GENERALE	Tutti i settori	153,2	85,1

La doppia trappola ecologica dei condizionatori [box]

La recente torrida estate ha visto assoluti protagonisti i condizionatori per raffrescare l'aria degli ambienti.

La diffusione di questi apparecchi innesca, però, due circoli viziosi ecologicamente esiziali, veri e propri boomerang, a livello macro e micro.

Sul piano globale, il loro uso (e abuso) aumenta notevolmente i consumi energetici, e quindi, nell'attuale situazione, le emissioni di CO₂ responsabili dei cambiamenti climatici, con il relativo elevamento delle temperature dalle quali gli stessi condizionatori dovrebbero difenderci.

Nelle situazioni locali, nelle città in particolare, il caldo sottratto agli edifici ed alle automobili dai condizionatori viene "fonato" nell'aria urbana con l'effetto di esasperarne le temperature già elevate: le città diventano così zone bollenti invivibili, sollecitando un impiego ancor più massiccio di condizionatori, in parte responsabili proprio di questi eccessi climatici.

L'alternativa? Sopportare di più i disagi del caldo (stiamo abituando artificialmente il nostro corpo ad un'innaturale temperatura costante che prescinde dalle stagioni), accettare di vivere

e lavorare con maggiore lentezza quando le temperature sono elevate (la lunga siesta dei popoli meridionali) e provvedere a sistemi di raffrescamento naturale degli edifici (gli alberi, come fanno i nostri padri, sono in grado di ridurre di diversi gradi le temperature, e di questo dovremmo tener conto quando progettiamo o ristrutturiamo le nostre città ed abitazioni).

Bibliografia:

A. Clò, *Economia e politica del petrolio*, Bologna, Editrice Compositori, 2000.

EEA, *Are we moving in the right direction?*, TERM2000, “Environmental issues” series No 12, Copenhagen, Febbraio 2000, <http://www.eea.eu.int>.

N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law in the economic Process*, Cambridge, Harvard university press, 1971. In italiano: N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, Torino, Bollati Boringhieri, 1998.

IEA, *Indicators of energy use and efficiency*, IEA, 1997.

IPCC, *Report to the Sixth Conference of the Parties of the United Nations Framework, Convention on Climate Change Report*, 20 November, 2000

P.D. Jones, T.M.L. Wigley, *La Terra tende a riscaldarsi?*, “Le Scienze”, n. 266, ottobre 1990.

A.J. Lotka, *Contribution to the energetics of evolution*. “Proceedings of the National Academy of Sciences”, U.S., 1992, 8, pp. 147-150.

J. Lovelock, *Le nuove età di Gaia*, Torino, Bollati Boringhieri, 1991.

G. Nebbia, *Le merci e i valori. Per una critica ecologica al capitalismo*, Milano, Jaca Book, 2002.

OCSE, *Towards sustainable development*, OCSE, 1997,.

OECD, *Globalisation of Industry: Overview and Sector Report*, Paris, OECD, 1996.

OECD, *Economic Globalisation and the Environment*, Paris, OECD, 1997.

J. Rifkin, *L'economia all'idrogeno*, Milano, Mondadori, 2002

C. Shipper, H.Meyers, *Energy efficiency & human activity: past trends, future prospects*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K., 1992.

J. Stanley, *The Coal Question- Can Britain Survive?*, London, Macmilan, 1965 [Extracts in *Environmental and Change* 1974].

S. Ulgiati, M.T. Brown, M. Giampietro, R.A. Herendeen, and K. Mayumi (Eds), *Advances in Energy Studies. Energy Flows in Ecology and Economy*, Book of Proceedings of an International Workshop, Porto Venere, 23-27 May 1998, MUSIS Publisher, Roma, 1999.

S. Ulgiati, M.T. Brown, M. Giampietro, R.A. Herendeen, and K. Mayumi (Eds), *Advances in Energy Studies. Exploring Supplies, Constraints and Strategies*, Book of Proceedings of an International Workshop, Porto Venere, May 2000, SGE Publisher, Padova, 2001.

S. Ulgiati, M.T. Brown, M. Giampietro, R.A. Herendeen, and K. Mayumi, *Advances in Energy Studies. Exploring Supplies, Constraints and Strategies*, Book of Proceedings of an International Workshop, Porto Venere, 24-28, September 2002. SGE Publisher Padova, 2003.

D. B. Van Veen-Groot and P. Nijkamp, *Globalisation, transport and the environment: new perspectives for ecological economics*, "Ecological Economics" 31(1999) 331-346.

E.U. Von Weizsacker, A.B. Lovins, L.H. Lovins, *Fattore 4, Come ridurre l'impatto ambientale moltiplicando per quattro l'efficienza della produzione*, Milano, Edizioni Ambiente, 1998.