

Che cosa c'è dietro la scheda
Esperti delle due parti parlano
dei nodi dell'energia di oggi e di domani

I rischi, i costi, le scelte

Enzo Tiezzi
Tutta quell'energia
che sprechiamo

Se vince il sì bisognerà rivedere anche la normativa per gli impianti a carbone. Ma è proprio vero che anche le centrali a carbone sono poi così pericolose?

La prima cosa da dire sulle centrali a carbone è che anch'esse, come quelle nucleari e tutte le centrali termiche previste dal Piano energetico nazionale, rientrano nella categoria dei megaimpianti. Si parla infatti di centrali di come minimo mille megawatt di potenza. I megaimpianti, e questa è una delle nostre critiche al Pen, sono di per sé sbagliati, sia dal punto di vista termodinamico sia da quello dell'impatto ambientale. Infatti, lungi dall'utilizzare al meglio l'energia, la sprecono. Producendo alte temperature per ottenere energia elettrica poi trasportata a centinaia di chilometri di distanza, l'energia sprecata risulta oscillante fra il 40 e il 90%. L'inquinamento dei megaimpianti, inoltre, è terribile. Infatti una centrale termoelettrica a carbone può emettere in un anno fino a 400 mila tonnellate di biossido di zolfo. Nel 1980 gli Stati Uniti hanno immesso nell'atmosfera 26 milioni di tonnellate di biossido di zolfo e 22 milioni di tonnellate di ossidi di azoto. Stati Uniti, Canada ed Europa in un anno producono oltre 100 milioni di tonnellate di biossido di zolfo; l'Italia, da sola, produce circa due milioni di tonnellate di biossido di zolfo all'anno. Questi ossidi entrano in circolo, vengono inglobati dalle nubi poi trasformati dalle acque meteoriche in acido solforico ed acido nitrico; la pioggia acida così formata può cadere a molte centinaia di chilometri di distanza.

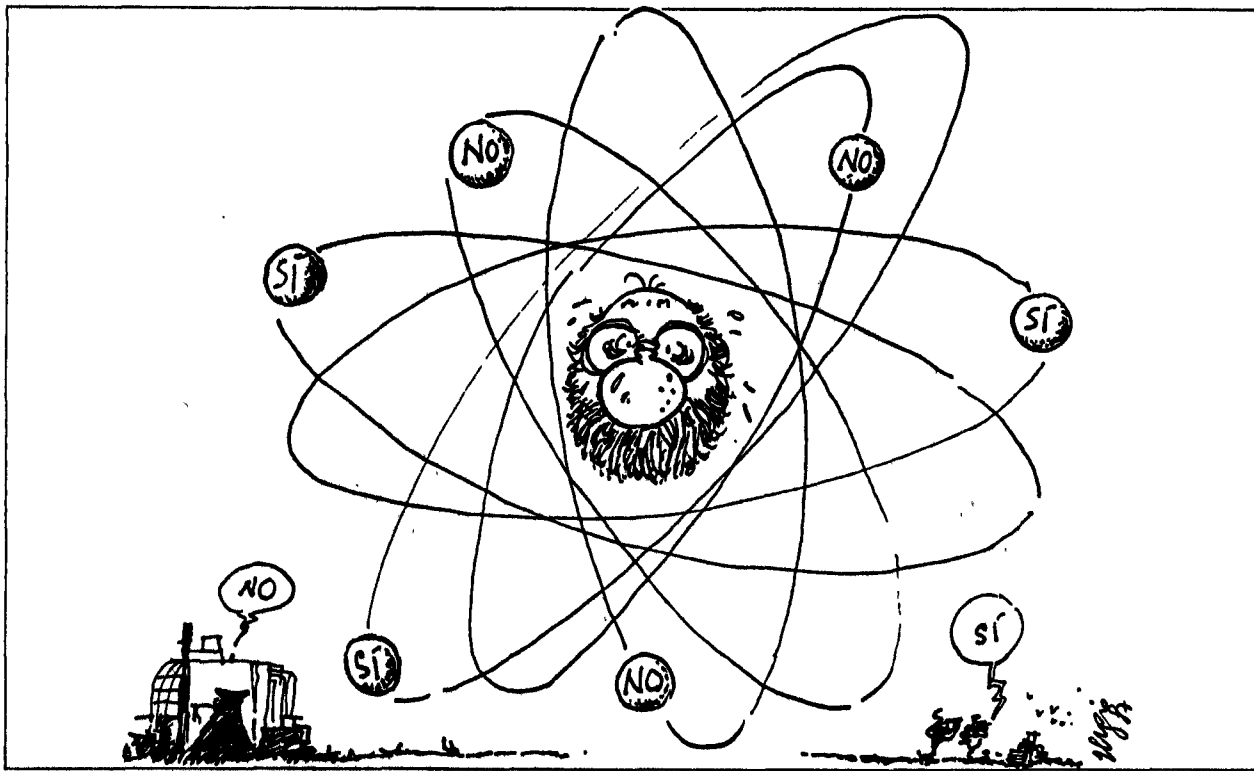
Nel recente rapporto del Consiglio nazionale delle ricerche e dell'Accademia nazionale delle scienze degli Stati Uniti (1986) si legge che «le cause della deposizione acida (pioggia e neve) sono ora ben note; la combustione fossile è responsabile per più del 90% degli ossidi di zolfo e azoto emessi nell'atmosfera e qui trasformati in acido». Risultati: la pioggia che cade oggi su tutto il pianeta ha un Ph di 4,6 con punte di Ph 2,5 in alcune città industriali (esempio Milano), mentre aveva un Ph di 5,6 nel 1880. Questo significa che la pioggia che cade mediamente sulla terra oggi è dieci volte più acida di quella che cadeva ai tempi dei nostri nonni. Gli effetti: 18 mila laghi senza più pesci nei paesi scandinavi; 560 mila ettari di foreste condannati a morte in Germania; irreparabili danni da corrosione alle cattedrali di Aione, alla cattedrale di Colonia, alle chiese di Cracovia, a San Marco a Venezia, allo splendido barocco di Lecce che si sta sciogliendo come neve al sole.

La pioggia acida modifica inoltre i contenuti chimici del suolo privando le radici delle piante del loro nutrimento. Calcio e potassio, essenziali per le piante, vengono così dilavati. Il Ph è variato di una unità e mezzo in un secolo. Alcuni studi hanno evidenziato una perdita nelle coltivazioni del 50% e una maggiore vulnerabilità delle foglie alle malattie.

Ma le centrali a carbone sono responsabili anche dell'aumento dell'anidride carbonica. L'analisi di carote di ghiaccio, a 1.500 metri di profondità in Antartide, effettuata da ricercatori francesi e svizzeri, ha dimostrato che la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera prima della rivoluzione industriale era di 260 parti per milione. Nell'arco di 80 anni questa concentrazione è salita a circa 360 parti per milione: un aumento fortissimo in un tempo infinitesimo nella scala dei tempi geologici. Se continua questa tendenza, dovuta all'uso di combustibili fossili, il raddoppio di concentrazione dell'anidride carbonica atmosferica potrebbe avvenire prima del 2030, tra 43 anni. Questo aumento provoca, tramite il cosiddetto «effetto serra», un incremento della temperatura con differenze dell'ordine di grandezza di quelle che hanno separato le maggiori ere geologiche. Tale variazione comporta la scomparsa delle stagioni intermedie, una notevole desertificazione nelle zone tropicali e subtropicali, grandi siccità estive e gravi cambiamenti di clima. Di fronte a questa situazione i rischi per l'agricoltura, con i relativi incalcolabili costi socio-economici, appaiono terribili. Ma è l'intera biosfera ad essere minacciata.

Come fare fronte a queste minacce? Ancora una volta non resta che riproporre una nuova politica energetica basata sull'uso appropriato e razionale dell'energia, sul risparmio energetico e sulle fonti rinnovabili. Il nucleare invece è il tentativo di mantenere inalterata la politica energetica degli sprechi e delle megacentrali.

E per questo che per la revisione del piano energetico nazionale e per una nuova politica dell'energia bisogna ricominciare da tre «sì» dati al referendum dell'8 novembre.



Laura Conti
Un inquinamento
inevitabile: calore

Qualcuno sostiene che sia inutile fare a meno delle centrali nucleari nel nostro paese, quando poi ci sono le centrali degli altri paesi che ci minacciano con le loro ricadute radioattive: per esempio le centrali francesi, delle quali la più pericolosa è proprio in prossimità della nostra frontiera. Che cosa rispondi a questa osservazione?

Tre cose: prima di tutto non siamo antinucleari solo per la pericolosità di questo modo per produrre energia elettrica, ma per molti altri motivi, per esempio la sua diseconomicità o il fatto che le risorse di uranio sono molto limitate e quindi la strada della fissione nucleare è una strada senza sbocco. In secondo luogo, l'aggressività del sistema nucleare nei confronti dell'ambiente non si manifesta soltanto come rischio di incidente a livello di centrale: c'è la pericolosità delle scorie, del loro trattamento, del loro trasporto, del loro accantonamento, c'è dunque pericolosità in tutto il sistema nucleare e non solo nelle centrali; inoltre l'incidente, nella centrale o in altri punti del sistema nucleare, può accadere e può anche non accadere, il presidente del Consiglio sostiene che se si fanno le corna non accade, e inclino a credere che abbia ragione.

Ma c'è una forma di aggressione all'ambiente che non è un «rischio» bensì una certezza, non «può accadere» bensì «accade»: ed è l'inquinamento termico, la produzione di calore che, a parità di energia elettrica prodotta, è considerevolmente maggiore nella centrale nucleare che nella centrale a combustibile fossile. Disperdendosi nell'aria e nell'acqua il calore residuo aggrava le conseguenze di tutti gli altri inquinamenti, e nell'acqua aggrava l'eutrofizzazione in quanto la diminuisce la concentrazione di ossigeno: questi sono fenomeni che si verificano prima e più gravemente in prossimità delle centrali, e solo con molto ritardo, e con minore intensità, si diffondono a distanza. In terzo luogo, per quanto sia vero che siamo stati investiti dalla ricaduta di materiali radioattivi provenienti da Cernobyl, è evidente che a Cernobyl c'è stato un certo numero di vittime e da noi, finora, nessuna; e anche quando avremo nel nostro popolo vittime di Cernobyl, saranno assai poco numerose. Vivere a ridosso di una centrale è assai più pericoloso che abitare a distanza. È una cosa ovvia.

Molte speranze vengono riposte nei processi di fusione anziché di fissione: è vero che la fusione è meno pericolosa della fissione?

Secondo me è persino più pericolosa: infatti la pericolosità di una tecnica dipende in gran parte dalla cultura della società che la adotta. Il recente episodio di contaminazione radioattiva in una cittadina brasiliana, del quale hanno parlato tutti i giornali, non rivela soltanto la pericolosità delle tecniche fondate sull'impiego di radioisotopi, o che portano alla formazione di radioisotopi, ma rivela anche l'inadeguatezza culturale della società brasiliana a fronteggiare questi elementi pericolosi.

La nostra cultura è inadeguata a fronteggiare la fusione nucleare, in quanto non ha ancora

assimilato il concetto che tutte le trasformazioni energetiche disperdono calore, e che l'inquinamento termico è pericoloso. Persino se le centrali elettronucleari a fusione fossero del tutto sicure nei confronti dell'eventualità di incidenti (e non mi pare che le cose stiano così), persino in quel caso bisognerebbe tener presente che la disponibilità illimitata della fonte energetica - l'idrogeno - indurrebbe a moltiplicare le trasformazioni energetiche, e quindi a moltiplicare la produzione di calore. L'inquinamento termico non provoca soltanto quelle forme lente di degrado ambientale alle quali accennavo prima, ma provoca anche drammatiche catastrofi. La catastrofe della Valtellina è stata provocata dallo scioglimento dei ghiacciai, e questo a sua volta è stato provocato da un aumento della temperatura.

Se prima non trasformiamo la società in una società a consumi energetici stazionari, e non solo nei paesi ricchi che la stazionarietà dei consumi energetici la stanno già raggiungendo bensì in tutti i paesi del mondo, non saremo maturi per una tecnica di produzione di energia elettrica che impiegherebbe una fonte energetica illimitata. Il fatto che le masse di fango che hanno travolto i vallini non fossero radioattive non è di grande conforto ai superstiti, e un uso smodatamente crescente dell'energia può provocare lo scioglimento di molti ghiacciai.

Giorgio Nebbia
Il prezzo
del pericolo

È possibile elencare in breve i pericoli connessi al nucleare?

Nel nocciolo di un reattore nucleare da 1000 megawatt di potenza sono presenti alcuni miliardi di curie di radioattività continua liberata: a) dai prodotti di fissione che si formano durante la liberazione di energia; b) dagli elementi transuranici (plutonio e altri) che si formano dall'uranio; c) da prodotti radioattivi che si formano per trasformazione dei materiali da costruzione dello stesso reattore.

La pericolosità dei reattori nucleari deriva da questi materiali radioattivi che non devono uscire dal reattore e non devono venire a contatto con gli esseri viventi e con la biosfera per decenni o secoli.

Il nocciolo del reattore è circondato da uno o due «contenitori» di grande spessore, vere e proprie barriere progettate per resistere ai terremoti, che devono trattenere i materiali radioattivi sia nelle condizioni «normali» di funzionamento sia nelle condizioni prevedibili di incidente.

Nelle condizioni «normali» di funzionamento dei reattori nucleari attuali, del tipo ad acqua leggera, la liberazione di energia per fissione dell'uranio avviene ad altissima temperatura; gli «elementi del combustibile» nucleare (delle specie di lunghi sottili tubi sigillati, fatti di leghe speciali a base di zirconio) devono essere tenuti a temperatura di circa 350 gradi mediante continua circolazione di acqua.

Anche così, comunque, una piccola quantità di elementi radioattivi sfugge nell'atmosfera o nelle acque attraverso le barriere di protezione.

Il primo pericolo vero si ha quando, per un qualsiasi motivo, si interrompe la circolazione dell'acqua e gli elementi di combustibile raggiungono temperature di oltre 1000 gradi e

fondono lasciando uscire gli elementi radioattivi.

Teoricamente le barriere di protezione dovrebbero trattenere tali elementi, ma vi sono reazioni chimiche secondarie che, per esempio, provocano la liberazione di idrogeno, un gas altamente esplosivo, o che possono provocare la rottura delle barriere di protezione (non vanno esclusi atti di guerra o sabotaggio).

Nel caso di fuoriuscita nell'ambiente esterno di materiale radioattivo (pochi centimetri di curie nell'incidente al reattore americano di Three Mile Island, nel 1979; circa cento milioni di curie nell'incidente di Cernobyl, nel 1986) bisogna ricorrere ad uno sfollamento massiccio della popolazione vicino alla centrale.

Negli Stati Uniti è previsto lo sfollamento delle persone che si trovano in un raggio di 16 chilometri intorno alla centrale (nel caso della centrale di Caorso dovrebbe essere previsto lo sfollamento delle popolazioni di Cremona e Piacenza); in Italia purtroppo le procedure di emergenza sono previste solo per un paio di chilometri intorno alle centrali.

La pericolosità intrinseca nel modo di liberazione dell'energia con reazioni nucleari impone perciò delle precauzioni anche se non succede niente.

Il pericolo di contaminazione radioattiva conseguente alla produzione di elettricità, però, non finisce praticamente mai.

Periodicamente il «combustibile nucleare» deve essere estratto dal reattore e la radioattività che esso contiene deve essere sistemata «in qualche modo» per evitare che venga a contatto con gli esseri viventi.

Il «combustibile irraggiato» può essere sepolto come tale, entro recipienti di cemento o acciaio da depositare in qualche posto, protetti al contatto con l'acqua e con accorgimenti che consentano lo smaltimento del calore che si libera durante la continua trasformazione degli elementi radioattivi presenti.

Ma le imprese nucleari vogliono recuperare l'uranio e il plutonio contenuto nel «combustibile irraggiato» (materiali di potenziale interesse commerciale, per altri reattori o per la produzione di armi nucleari) e sottopongono il «combustibile irraggiato» a trattamenti chimici.

Questa è una delle operazioni più pericolose e inquinanti: in Italia è praticata su scala limitata a Saluggia e a Rotondella (in Basilicata).

Ma il «ritrattamento» del combustibile irraggiato provoca la formazione di «scorie» ad alta radioattività la cui sepoltura è molto più difficile e pericolosa della sepoltura del semplice «combustibile irraggiato» come tale.

Se il combustibile irraggiato viene ritrattato nelle fabbriche inglesi o francesi, per contratto dobbiamo riprenderci in Italia le «scorie radioattive»: da mettere dove? Con quali precauzioni?

Infine la centrale, alla fine della sua vita utile, contiene al suo interno molto materiale radioattivo. Nessuno sa quali procedure adottare per smantellare le centrali usate.

C'è insomma, nella via nucleare per la produzione di elettricità, un pericolo sia per le popolazioni e la generazione che potrebbero - per ipotesi - trarre vantaggio dalla produzione di elettricità, sia per intere generazioni future condannate a far la guardia ai cimiteri di materiale radioattivo.

Si è sempre detto che l'energia prodotta con le centrali nucleari è a buon prezzo: quanto costa, in realtà, un chilowattora «nucleare»?

Il costo dell'elettricità prodotta da una centrale nucleare - come il costo di qualsiasi altra

merce - dipende: a) dalla quota di ammortamento del capitale investito; b) dal costo del combustibile; c) dal costo di esercizio.

La quota di ammortamento dipende dall'investimento iniziale per la centrale, dal tempo intercorso fra le spese e l'entrata in funzione della centrale (il tempo in cui la centrale costa e non rende niente), dal tasso di interesse sul denaro preso a prestito e dalla durata del funzionamento della centrale, cioè dalla quantità di elettricità prodotta nel corso della sua vita utile.

Riferiamoci ad una centrale nucleare ad acqua leggera da 1000 megawatt e a condizioni di mercato della seconda metà del 1987.

Il costo di una centrale nucleare si aggira sui 5000 miliardi di lire a cui vanno aggiunti almeno altri 1000 miliardi di lire come interessi sul capitale immobilizzato nei dieci anni occorrenti per la costruzione.

Calcoliamo il tasso di interesse sul denaro del 5% all'anno (molto basso) e una durata (ottimistica) di 25 anni continuativi di funzionamento.

Gli oneri sul capitale risultano di poco più del 7% all'anno, cioè circa 0,07 x 6000 = 420 miliardi di lire all'anno che gravano sull'elettricità prodotta in un anno.

Immaginiamo che una centrale da 1000 megawatt produca in un fattore di utilizzazione di 5000 ore su 8760 ore/anno per 25 anni è molto elevato; in questo caso l'incidenza degli oneri sul capitale risulta di circa 80 lire al kWh.

Il costo del «combustibile» nucleare comprende il prezzo dell'uranio (relativamente basso perché è crollata la sua richiesta) e il costo dell'«arricchimento» (aumento della concentrazione dell'uranio-235 fissile dallo 0,7 al 3%) con costosi e complessi impianti che assorbono grandi quantità di elettricità.

La somma di questi due costi si può stimare di circa 30 lire per kWh di elettricità.

Ma il «combustibile» deve trovare una sistemazione quando viene estratto, esaurito, dal reattore ed è pieno di elementi radioattivi. Nessuno sa esattamente che cosa fare del «combustibile irraggiato» per cui un aumento di 10 lire/kWh per la chiusura del ciclo del combustibile è certo sottostimato.

Per i costi di esercizio prendiamo la stima corrente di 8,1 lire (1986) per kWh; in lire attuali si tratterebbe di circa 10 lire/kWh, basso se si tiene conto che nel costo di esercizio vanno inclusi i costi del controllo ambientale e i costi relativi all'emergenza che devono ricadere sull'impreditore.

Infine vanno accantonati i costi per lo smantellamento («decommissioning») della centrale alla fine della sua vita utile, calcolata in 25 anni.

Alcune stime di fonte nucleare indicano tali costi pari al 33% del costo iniziale della centrale. Si tratterebbe di accantonare il 33% di 5000 miliardi, cioè 1650 miliardi di lire; distribuiti sui 75 miliardi di kWh di elettricità prodotti in 25 anni di funzionamento della centrale l'incidenza risulta di circa 22 lire/kWh.

Sommando 80 + 30 + 10 + 22 si ottiene un costo di produzione (che non ha niente a che vedere col prezzo di vendita) in lire attuali di 152 lire al kilowattora, che è superiore al costo di produzione dell'elettricità da qualsiasi fonte energetica fossile (sempre nelle stesse condizioni di mercato).

Nel caso del reattore francese Superphenix, in cui l'Enel è socio per il 33% delle azioni, il costo di produzione dell'elettricità sarebbe - se funzionasse con i fattori di utilizzazione sopra ipotizzati - oltre il doppio di quello indicato per le centrali ad acqua leggera e quindi superiore a 300 lire/kWh.

Ma il Superphenix ha funzionato circa un anno e ora è fermo da oltre sei mesi e nessuno sa quando e se riprenderà a produrre energia.

Renato A. Ricci
I motivi
del mio No

Renato Angelo Ricci, presidente della Società italiana di fisica, ci ha rilasciato la seguente dichiarazione.

«I cittadini italiani sono chiamati ad una consultazione referendaria che, contrariamente ad alcune grandi occasioni del passato, rischia di avvenire in un clima di ambiguità, senza ottenere risposte indicative e consone alla coscienza civile e alla maturazione culturale del nostro paese. I quesiti referendari, infatti, non rispondono neppure all'esigenza primaria della formulazione di domande chiare per avere risposte chiare. Gli articoli di legge in materia di energia che i cittadini sono chiamati ad abrogare o a mantenere, lungi dall'affrontare il problema di fondo di una chiara programmazione energetica, riguardano aspetti tecnici, politico-economici e procedurali.

Il problema energia è, ormai da tempo, un problema di dimensione planetaria e non può essere affrontato in modo autarchico, con posizioni che, a mio parere, rischiano di essere di retroguardia. In sintesi, l'evoluzione della società moderna, tenuto conto dell'inevitabile sviluppo dei paesi del Terzo mondo, richiede un crescente contenuto di energia. Il potenziale energetico non può prescindere dal consolidamento delle fonti provate, dall'espansione di quelle emergenti e dalla ricerca di forme tecnologicamente più avanzate e socialmente più pregiate. La diversificazione e la razionalizzazione delle varie forme di energia sono non solo utili ma necessarie (nucleare incluso), anche e proprio per ragioni ambientali.

Nel campo della scienza e della tecnologia, così come della storia e dello sviluppo delle fonti energetiche, le società umane non possono fare salti di continuità, se non al momento delle grandi scoperte e delle tempistiche innovazioni. Così è stato per il fuoco; per il carbone, per il petrolio, per il metano. Così è per la fissione nucleare, una delle più grandi scoperte scientifiche dell'umanità (non lo si dimentichi), anche se purtroppo usabile, come del resto tutte le precedenti e le future, a fini distruttivi e catastrofici: così sarà probabilmente per la fusione nucleare e, forse, anche se è più difficile fare delle previsioni, per l'energia fotovoltaica. È infine perché l'uso, non l'abuso, razionale e intelligente delle varie fonti, la loro diversificazione che può ottimizzare sia l'impatto ambientale e sanitario, sia il cosiddetto risparmio energetico (o uso razionale delle risorse), e la ricerca di tecnologie avanzate costituiscono la sola strada scientificamente attendibile, economicamente utile, socialmente benefica.

Date le circostanze note a tutti, è difficile valutare se sono questi gli argomenti che interessano veramente, visto che vi sono preoccupazioni di ordine politico che, occorre dirlo, offendono la capacità e la serietà di analisi tradizionale del mondo tecnico-scientifico. Questo, nel suo insieme professionale e rappresentativo (anche se non in singole persone), non ha nulla da spartire con fette più o meno consistenti di potere politico o ideologico.

Il contrapporre alle ragioni documentate dei tecnici e degli esperti una campagna referendaria che non tenga neppure conto delle risultanze di una Conferenza nazionale sull'energia, voluta dal Parlamento italiano, è quanto meno singolare e comunque costituisce un modo surrettizio di utilizzare il responso popolare.

Malgrado Cernobyl, e sia chiaro che lo non ne sottovaluto la gravità, ma non ne condivido la proiezione drammatica che se ne è fatta e l'uso politico ambiguo che ne è derivato, la politica energetica a livello mondiale non ha subito rilevanti mutamenti, come testimoniano ad esempio la Conferenza mondiale sull'energia di Cannes, la Conferenza di produttori di energia elettrica di Venezia, la Conferenza sull'incidente di Cernobyl dell'Aiera a Vienna, nonché in Europa, le decisioni della Cee, da una parte, e del Comecon, dall'altra.

Nel considerare i consumi e i fabbisogni di energia su scala mondiale, occorre porre mente al fatto che gli attuali consumi sono molto differenziali e che la media di 1,5 tep (tonnellata di equivalente petrolio) pro capite, relativa all'intero pianeta, è il risultato di consumi che vanno da 4,7 tep pro capite per i paesi aderenti all'Ocse a 3,4 per la Cee, a 0,5 per i paesi in via di sviluppo, i quali costituiscono il 70 per cento dei bisogni mondiali. È pensabile di rinunciare all'utilizzo razionale e meglio distribuito di tutte le risorse, nucleare compreso? Una grande prospettiva, dunque, scientifica, tecnica, sociale e politica. Addeittura una sfida. Credere o illudersi di essere progressisti potrebbe anche significare di ritrovarsi conservatori.