

D

Dipartimento

S

Scienze

E

Economiche

# Note di Lavoro

Università  
Ca' Foscari  
Venezia

Dipartimento  
di Scienze  
Economiche

Ignazio Musu

Crescita economica  
e risorse esauribili:  
la sfida energetico-ambientale



## **Crescita economica e risorse esauribili: la sfida energetico-ambientale**

**Ignazio Musu**

*Università Ca' Foscari, Venezia*

### **Abstract**

In questo lavoro si discute il problema del rapporto tra crescita economica e risorse naturali affrontandolo sotto il profilo del problema del cambiamento climatico globale, dove a rischio è la qualità dell'atmosfera e dove tale rischio può compromettere uno sviluppo economico mondiale che abbia le caratteristiche della progressiva inclusività. Dopo aver discusso le difficoltà di una soluzione cooperativa al problema mediante adeguati accordi internazionali, si mostra come un aiuto alla soluzione venga dal collegamento di questo problema con quello della progressiva scarsità dei combustibili fossili per soddisfare una domanda crescente di energia, scarsità che già di per sé porterà ad un aumento dei prezzi dei combustibili fossili. Ma questo non è sufficiente: occorre una risposta in termini di progresso tecnologico capace di ridurre la domanda di combustibili fossili per unità di prodotto ad un tasso superiore a quello a cui aumenterà il tasso di crescita dell'economia mondiale.

### **Parole Chiave**

Sviluppo, globalizzazione, ambiente

### **Codici JEL**

F13,O19,Q4

### **Ignazio Musu**

Dipartimento di Scienze Economiche  
Università Ca' Foscari di Venezia  
Cannaregio 873, Fondamenta S.Giobbe  
30121 Venezia - Italia  
Telefono: (+39)041 2349151  
Fax: (+39)041 2349176  
e-mail: [musu@unive.it](mailto:musu@unive.it)

*Le Note di Lavoro sono pubblicate a cura del Dipartimento di Scienze Economiche dell'Università di Venezia. I lavori riflettono esclusivamente le opinioni degli autori e non impegnano la responsabilità del Dipartimento. Le Note di Lavoro vogliono promuovere la circolazione di studi ancora preliminari e incompleti, per suscitare commenti critici e suggerimenti. Si richiede di tener conto della natura provvisoria dei lavori per eventuali citazioni o per ogni altro uso.*

## **Crescita economica e risorse esauribili: la sfida energetico-ambientale\***

### **La globalizzazione della crescita economica**

Da oltre mezzo secolo l'aspirazione alla crescita economica è unanime in tutti i paesi del mondo; ma solo recentemente essa sembra alla portata di tutti. Solo in questi ultimi vent'anni possiamo parlare veramente di globalizzazione della crescita economica.

A partire dalla fine della rivoluzione industriale abbiamo infatti assistito ad un processo di progressiva, ma sempre parziale integrazione economica internazionale. Fino all'inizio della prima guerra mondiale lo sviluppo è stata una prerogativa soltanto euro-americana.

Dopo la fase di arresto tra le due guerre mondiali, caratterizzata da un ritorno al protezionismo, e dopo la fine della seconda guerra mondiale, l'integrazione economica internazionale è ricominciata; è stata caratterizzata inizialmente da una progressiva liberalizzazione degli scambi commerciali, a cui ha fatto seguito, dopo la caduta del

---

\* Testo della conferenza tenuta presso l'Università Cattolica di Milano il 29 gennaio 2007 e pubblicata come quaderno n.17 della serie "L'uomo e il denaro", a cura dell'Associazione per lo Sviluppo degli Studi di Banca e Borsa.

regime dei cambi fissi, a partire dalla seconda metà degli anni settanta, una crescente liberalizzazione dei movimenti di capitale.

Anche questa però è stata una globalizzazione parziale, perché ha riguardato soltanto quello che è stato chiamato il Nord del mondo.

Quello che in quel periodo ci si era abituati a chiamare il Sud del mondo rimaneva tagliato fuori.

L'auspicio generalizzato in quegli anni era di superare il gap di sviluppo che separava il Nord dal Sud del mondo; ma in realtà nessuno si poneva seriamente la domanda di cosa sarebbe avvenuto se fosse cominciato un processo destinato a superare quella divisione.

Questo processo è cominciato a partire dagli anni ottanta del secolo scorso, quando in quello che fino ad allora era apparso come l'indifferenziato Sud del mondo, è esploso il tumultuoso sviluppo delle "tigri asiatiche" (Taiwan, Corea del Sud, Singapore e Hong Kong). Alla fine degli anni ottanta il sistema comunista è crollato nel giro di pochi mesi. Dagli Stati Uniti è partita l'ondata di una vera e propria rivoluzione tecnologica nel settore delle comunicazioni e della trasmissione delle informazioni destinata a sconvolgere il modo di produzione a livello mondiale. Era cominciata la fase della globalizzazione della crescita economica.

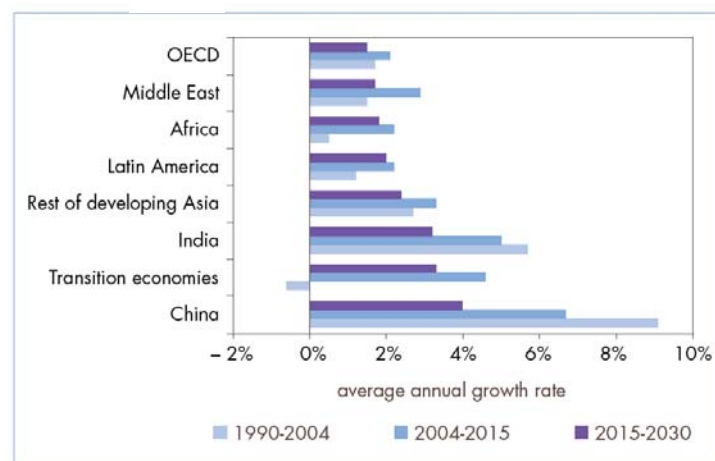
Alla fine degli anni novanta, una incauta e non regolata apertura ai movimenti di capitali da parte dei paesi di nuova industrializzazione del sud-est asiatico ha portato ad una crisi finanziaria di vaste proporzioni. Il processo di globalizzazione dello sviluppo sembrava entrato in crisi. Ma in realtà si è trattato di un arresto temporaneo.

Proprio all'inizio di questo secolo paesi in via di sviluppo localizzati in Asia (la Cina in primo luogo, ma ora anche l'India, due paesi nei quali vivono due miliardi e mezzo di persone), sono entrati in modo irreversibile nei mercati globali, attraverso le produzioni industriali ad alta intensità di lavoro. Così, mentre vent'anni orsono solo un quarto delle esportazioni dai paesi in via di sviluppo erano prodotti industriali, adesso questa percentuale supera l'80%.

I nuovi grandi globalizzatori manifestano tassi di crescita sorprendentemente elevati e durevoli. La Cina continua a crescere a tassi vicini al 10%. L'esplosione delle esportazioni cinesi è impressionante: fatto cento il livello delle esportazioni dalla Cina nel 1990, oggi siamo a 1200, 12 volte in sedici anni. Per l'India a partire dagli anni ottanta, il tasso di crescita è continuato a salire fino ad arrivare ora al 9% l'anno.

Come si vede dalla fig. 1 nei prossimi anni è prevedibile che si assisterà ad una riduzione dei tassi di crescita nei paesi in via di sviluppo, come del resto ci insegna la teoria economica. Ma questi tassi di crescita rimarranno ancora elevati.

**Fig.1. Tassi di crescita del prodotto pro-capite per area**



Fonte: IEA Outlook 2006

### **Crescita economica e ambiente: la sfida energetico-ambientale**

La globalizzazione della crescita porta con sé una forte pressione sulle risorse naturali e ambientali, che sono per loro natura risorse esauribili. E questo ha fatto riemergere la preoccupazione che la continuazione dello sviluppo possa essere minacciata dall'esaurimento delle risorse naturali e dai problemi ambientali.

Questa preoccupazione era già stata lanciata oltre trent'anni orsono, nel 1972, dal rapporto del Club di Roma su "I limiti dello sviluppo"; l'allarme sembrava essere poco dopo confermato dalla crisi energetica scatenata dalla decisione dell'OPEC nel 1973 di più che triplicare il prezzo del petrolio.

Ma proprio questo aumento di prezzo e la conseguente recessione nelle economie avanzate aveva portato ad una caduta della domanda di energia che sembrava aver allontanato il rischio di un esaurimento a breve termine della più importante risorsa naturale esauribile, il petrolio.

Rimaneva però la preoccupazione che se, attraverso la crescita economica e la sua diffusione ad un sempre maggiore numero di paesi, la scala dell'attività economica fosse aumentata continuamente a livello mondiale, questo non avrebbe potuto che portare ad uno sfruttamento crescente delle risorse naturali esauribili e peggiorare l'emissione di inquinanti e di rifiuti.

La continuazione della crescita economica veniva così minacciata in tre modi: dal rischio di esaurimento delle materie prime rappresentate dalle risorse esauribili; dal rischio di esaurimento delle qualità di supporto alla vita umana della biosfera a causa dell'eccessivo inquinamento e della degradazione eccessiva degli ecosistemi; infine dal fatto che le varie economie sarebbero state costrette a destinare una quota crescente del loro prodotto nazionale a riparare i danni ambientali e dunque a sottrarre tali risorse alla prosecuzione della crescita economica.

Il collegamento tra la sfida alla crescita economica rappresentata dall'esaurimento delle risorse naturali e il problema ambientale è rappresentato oggi in modo emblematico dalla interdipendenza che si è venuta a creare tra il problema energetico e quello del cambiamento climatico globale.

Negli anni ottanta veniva per la prima volta lanciato l'allarme che la crescente indiscutibile concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera terrestre avrebbe provocato un aumento eccessivo delle temperature medie globali, producendo il ben noto "effetto

serra”. L’effetto serra o, come oggi si preferisce dire, il cambiamento climatico globale è collegato direttamente al crescente utilizzo dei combustibili fossili nel produrre l’energia necessaria per alimentare l’attività economica.

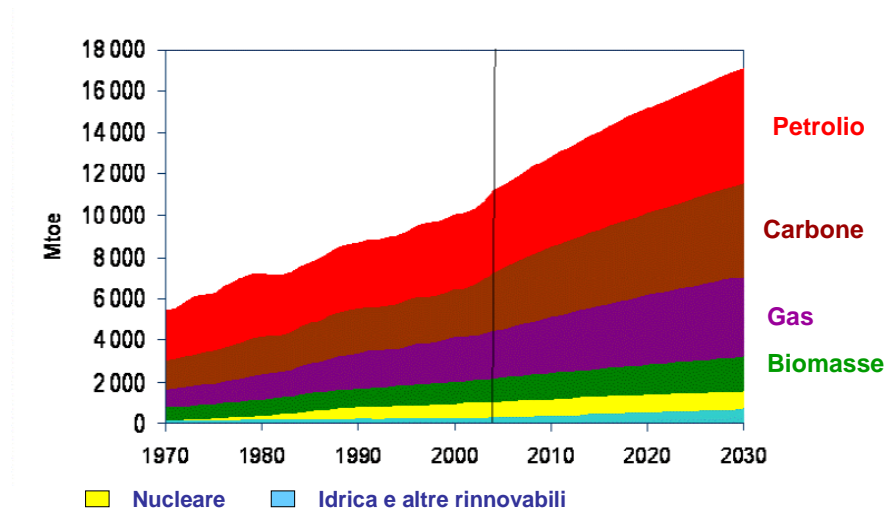
La estensione della crescita economica, ampliando la scala globale dell’attività economica, non può che provocare un aumento della domanda di energia, un aumento della utilizzazione dei combustibili fossili dai quali la produzione di energia principalmente dipende, e di conseguenza un aumento della emissione di CO<sup>2</sup> e degli altri “gas serra”.

Ed in effetti lo sviluppo dei nuovi grandi globalizzatori ha determinato l’emergere di una crescita della domanda di energia senza precedenti che quindi si combina con effetti ambientali globali, anch’essi senza precedenti, legati al cambiamento climatico. In questo modo il problema energetico e quello ambientale stanno diventando progressivamente sempre più legati l’uno all’altro.

Secondo le previsioni dell’ International Energy Agency, in assenza di interventi, vi sarà un forte aumento sia nella domanda globale di energia sia nelle emissioni di CO<sup>2</sup> che sono a questa fortemente correlate.

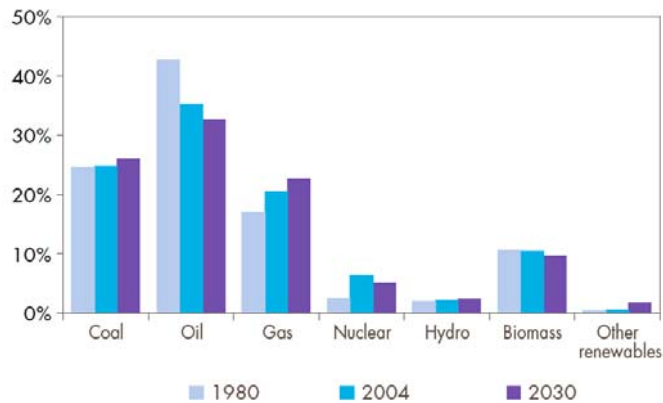
Come si vede dalle figg. 2 e 3, la domanda di energia aumenterà continuamente e aumenterà continuamente anche la domanda di energia da soddisfare mediante l’uso di combustibili fossili.

**Fig.2 Domanda mondiale di energia primaria per tipo di combustibile**



Fonte: IEA Outlook 2006.

**Fig. 3. Quota dei combustibili sulla domanda mondiale**



Fonte: IEA Outlook 2006

In assenza di modifiche, nel 2030 oltre l'80% della domanda di energia continuerà ad essere soddisfatto dai combustibili fossili, mentre nel 1980 eravamo a poco più del 70%. L'economia mondiale continuerà perciò a dipendere per ancora molto tempo dai combustibili fossili per soddisfare la domanda di energia.



Vi sarà però una modificazione nella composizione della domanda di energia rivolta all'uso di combustibili fossili.

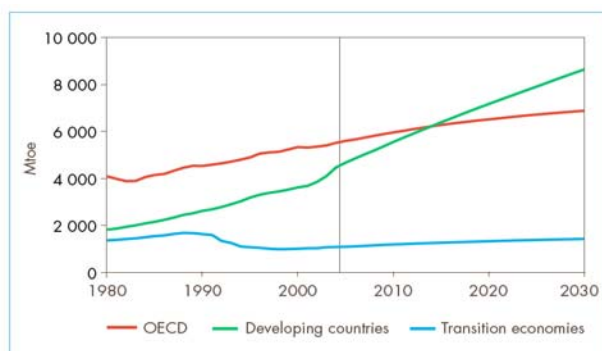
Il petrolio continuerà a rimanere la fonte dominante di offerta energetica coprendo soprattutto la domanda che proviene dal settore dei trasporti e dall'industria. Ma il suo peso diminuirà da oltre il 40% nel 1980 a poco più del 30% nel 2030.

Aumenterà invece, sia pure di poco, il peso del carbone, soprattutto perché la Cina e l'India continueranno ad essere grandi consumatori di carbone.

E aumenterà in modo più consistente il peso del gas naturale

Come si vede dalla fig. 4, la domanda di energia aumenterà soprattutto nei paesi in via di sviluppo. La domanda di energia in Asia raddoppierà già nei prossimi vent'anni.

**Fig.4. Domanda di energia per area.**



Fonte: IEA Outlook 2006

La domanda crescente di energia stimolata dalla crescita economica eserciterà una pressione crescente sull'offerta limitata di combustibili fossili che costituiscono la base della attuale economia energetica. E' inevitabile che questo comporti un progressivo aumento dei prezzi dei combustibili fossili.

Questo aumento dei prezzi rappresenta il veicolo più importante per allontanare il momento dell'esaurimento delle risorse e per stimolare il passaggio ad una nuova base dell'economia energetica mondiale.

Secondo le stime più recenti il picco nell'uso dei giacimenti stimati di petrolio convenzionale si dovrebbe raggiungere tra una ventina d'anni, ma potrebbe essere spostato in avanti di qualche anno includendo i giacimenti di gas naturale e quelli di idrocarburi non convenzionali.

Lo sfruttamento dei giacimenti rimanenti di petrolio, convenzionale e non convenzionale, e di gas naturale, richiedono però tecnologie sempre più sofisticate e costi crescenti. Prezzi crescenti del petrolio, e anche del gas naturale, sono perciò necessari per coprire tali costi. Ma non sono necessari solo per questo.

Le fonti energetiche alternative come l'energia solare, quella nucleare della quarta generazione, quella fondata sull'idrogeno e quella fondata sulle biomasse, e le stesse promettenti fonti basate su sistemi ibridi (di cui sono un esempio alcuni recenti tipi di automobili), per poter divenire commercialmente utilizzabili, richiedono ancora enormi investimenti in ricerca e sviluppo, caratterizzati da una grande incertezza nei risultati.

Il caso dell'idrogeno è illuminante riguardo alle illusioni che questa incertezza può creare. Negli anni novanta si era sviluppata una vera e propria euforia sulla possibilità di passare rapidamente e senza costi eccessivi ad una economia basata sull'idrogeno.

Potenzialmente l'idrogeno è molto più efficiente sul piano energetico dei combustibili fossili, ma la sua utilizzazione comporta problemi molto complessi: richiede energia per essere prodotto, occupa molto più volume della benzina, è molto più difficile da maneggiare, richiede una infrastrutturazione completamente nuova per essere trasferito.

Così già agli inizi di questo secolo, molti entusiasmi sull'immediato passaggio all'idrogeno come base del funzionamento dei mezzi di trasporto si erano raffreddati.

Naturalmente la strada della ricerca non va abbandonata, anzi va intensificata, possibilmente non mitizzando una sola fonte alternativa; ma per spingere in questa

direzione prezzi crescenti delle risorse energetiche da sostituire, cioè dei combustibili fossili, sono essenziali.

La novità di questi anni è che la spinta al rialzo dei prezzi viene dalla maggiore domanda e quindi è economicamente razionale, nel senso che se la domanda di una risorsa scarsa aumenta, i prezzi devono aumentare, anche se i mercati fossero pienamente concorrenziali.

Non era questo il caso delle precedenti crisi energetiche che sono state il risultato di una scarsità di offerta, prodotta artificialmente da uno spregiudicato esercizio del potere di monopolio dei paesi produttori di petrolio. Nelle precedenti crisi le economie avanzate hanno reagito cercando di spezzare la collusione responsabile dell'aumento dei prezzi del petrolio, e ci sono riuscite, ottenendo il risultato di mantenere bassi i prezzi, con grande soddisfazione dei consumatori finali di energia. Bassi prezzi del petrolio e in genere dei combustibili fossili mantenuti per troppo tempo hanno però favorito un uso eccessivo di queste risorse energetiche limitate.

E' vero peraltro che anche oggi, dove la spinta verso l'alto dei prezzi dei combustibili fossili proviene essenzialmente dalla domanda dei paesi in via di sviluppo, le imperfezioni dei mercati si inseriscono accentuando tale spinta al rialzo al di là di quello che sarebbe ragionevole in mercati concorrenziali, a causa dell'esercizio spregiudicato del potere dei paesi detentori dei giacimenti, sia di petrolio che di gas naturale. La rilevanza politica di tutto ciò è sotto gli occhi di tutti, con i rischi conseguenti di una situazione di crescente instabilità internazionale.

E' naturalmente necessario promuovere una sempre maggiore concorrenza sia nella produzione di energia (il che è molto difficile) sia nella sua distribuzione (il che è più facile, se c'è la volontà politica dei governi), in modo che i prezzi riflettano i costi crescenti, e non un crescente potere di monopolio sia dei produttori sia dei distributori.

Ma bisognerebbe evitare di ingannare l'opinione pubblica mondiale illudendola che combattendo il potere di ricatto dei paesi proprietari dei giacimenti e combattendo,

magari con maggiore successo, il potere di monopolio presente della distribuzione, si possa protrarre all'infinito l'era dei bassi costi dell'energia.

Bisogna realisticamente riconoscere che la drammatizzazione dell'aumento dei prezzi delle risorse energetiche esauribili rappresenta forse l'unico modo per convincere le opinioni pubbliche e i consumatori di energia dei vari paesi della necessità di sostenere i costi necessari per aumentare, in primo luogo, l'efficienza energetica nell'uso delle fonti esistenti, e per muoversi verso una transizione graduale, ma irreversibile, a nuove fonti energetiche commercializzabili.

### **L'economia del cambiamento climatico**

Un aiuto al mantenimento di prezzi crescenti dei combustibili fossili potrebbe venire dalla sempre più evidente necessità di ridurre le emissioni di gas responsabili dell'aumento del cambiamento climatico globale.

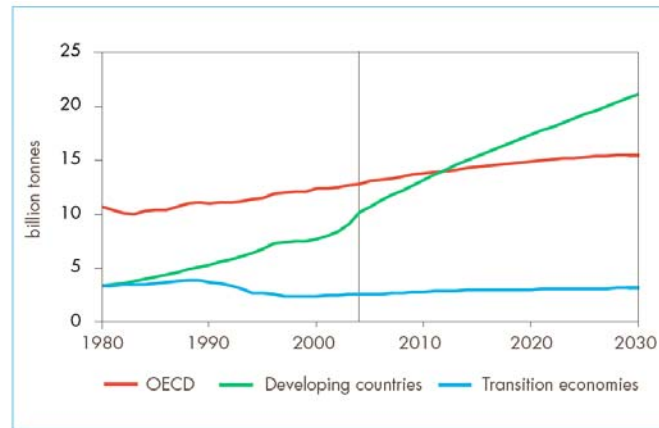
Che il nostro sistema energetico basato sui combustibili fossili stia comportando una crescente emissione di CO<sup>2</sup> e degli altri gas serra che sono i maggiori responsabili del riscaldamento dell'atmosfera e del cambiamento climatico globale, è documentato da tempo e confermato dalle ultime previsioni dell'IEA. Queste mostrano in particolare come le emissioni di CO<sup>2</sup> proverranno sempre di più dalla crescita economica dei paesi in via di sviluppo.

Come si vede dalla fig. 5, fra pochi anni le emissioni di CO<sup>2</sup> provenienti dai paesi in via di sviluppo supereranno le emissioni provenienti dai paesi dell'OECD, cioè dai paesi economicamente maturi.

La fig. 6 poi rivela dei dati particolarmente preoccupanti. Si vede come l'aumento di emissioni più forte negli ultimi anni sia verificato in Cina; e si tratta di un aumento delle emissioni molto più forte di quello che si è verificato negli Stati Uniti. Un altro dato preoccupante che emerge dalla Fig. 6 è che mentre nell'ultimo decennio del secolo

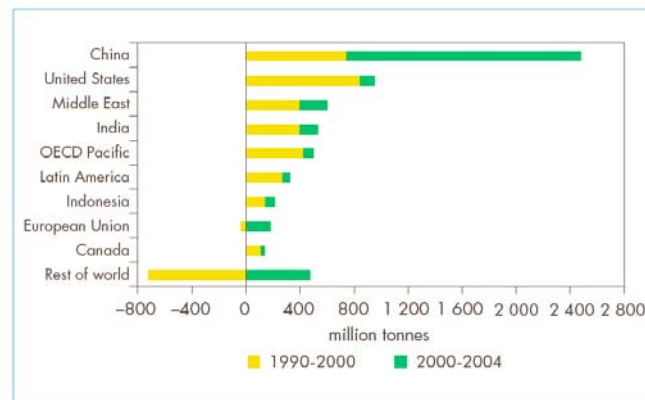
scorso l'Unione Europea era riuscita a ridurre sia pure di poco le emissioni, negli anni più recenti le ha invece aumentate.

**Fig.5. Emissioni di CO2 legate all'energia per area**



Fonte : IEA Outlook 2006

**Fig.6. Variazioni nelle emissioni di CO2 per area**



Fonte : IEA Outlook 2006

Vi sono molte resistenze ad impostare le politiche necessarie per ridurre le emissioni di CO<sup>2</sup>, e a legare tali politiche in modo coerente a quelle per ridurre la domanda di energia, per aumentare l'efficienza energetica e per facilitare il passaggio a fonti energetiche alternative.

La cosa non deve sorprendere. Mentre la spinta all'aumento dei prezzi derivante dall'eccesso di domanda di energia emerge dal mercato, magari in modo imperfetto, il costo sociale delle emissioni di CO<sup>2</sup> provocato dall'uso dei combustibili fossili in termini di riscaldamento dell'atmosfera e di cambiamento climatico, non viene rivelato dal mercato; è quello che gli economisti chiamano un costo sociale esterno al mercato.

Siamo di fronte a quella che gli economisti chiamano una esternalità negativa, ossia un effetto (in questo caso il cambiamento climatico) negativo provocato da una azione economica (la produzione mediante uso di combustibili fossili) che non si manifesta in un costo sul mercato. Ma questo costo sociale esiste e incide su tutti in modo simultaneo e non esclusivo, diventa cioè un "male pubblico"; essendo simultaneo e non esclusivo non riesce a tradursi in costi privati specifici per i singoli utilizzatori dei combustibili fossili.

Gli azionisti, i lavoratori e i consumatori di una grande impresa che emette consistenti quantità di "gas serra" percepiscono in modo minimale il danno ambientale che l'impresa produce, e quindi per loro il beneficio che proviene dalla riduzione delle emissioni è molto basso. Invece sopportano per intero il costo della riduzione delle emissioni. Il rapporto tra benefici e costi della riduzione delle emissioni è molto piccolo e quindi il loro incentivo ad agire per ridurre le emissioni è minimo.

Dove c'è una autorità di regolazione ambientale, è possibile che questa tenti di calcolare il danno e introduca forme di disincentivo all'inquinamento quali tasse sull'inquinamento o standard sulle emissioni; questa stessa autorità potrebbe poi organizzare un mercato dei permessi alle emissioni in modo da raggiungere lo standard aggregato sulle emissioni stesse al costo più basso.

Ma nel caso di un danno globale, come è quello del cambiamento climatico, una autorità di regolazione semplicemente non esiste e ogni paese dunque percepisce solo il danno che provoca a sé stesso con emissioni eccessive, non quello che provoca agli altri paesi; perciò verosimilmente qualcosa ciascun paese farà, ma solo nella logica di ridurre il

proprio danno derivante dall'inquinamento. In questo modo contribuirà alla soluzione del problema, ma in modo decisamente insufficiente.

E' ovvio che il problema si può affrontare e risolvere solo con accordi internazionali. Ma a questo punto si aprono, come a cascata, altri problemi, come tutta vicenda che ha portato dalla Convenzione sui cambiamenti climatici al Protocollo di Kyoto documenta chiaramente.

Gli accordi internazionali per trattare un problema ambientale globale non sono facili da concludere; e poi, anche quando, dopo molta fatica, si riesce a concluderli, a farli ratificare da un sufficiente numero di paesi e a farli entrare in funzione, non è facile farli funzionare e mantenerli stabili.

Nel problema del cambiamento climatico ogni paese sa che potrà beneficiare delle riduzioni di gas serra provocate dall'azione degli altri paesi, anche se non fa nulla; d'altra parte ogni paese è portato a ritenere che se gli altri paesi non intervengono, quello che potrà fare lui è probabilmente del tutto insufficiente ad affrontare il problema.

Si capisce bene che questo è un forte incentivo a non impegnarsi nella sottoscrizione di un accordo internazionale che imponga al paese sottoscrittore di ridurre le emissioni. Stando fuori dall'accordo il paese sa che potrà beneficiare delle riduzioni che gli altri paesi, i quali sottoscrivono l'accordo, si impegnano ad ottenere.

Specialmente se un paese è convinto che le azioni che dovrà intraprendere per ridurre le emissioni di gas serra implicheranno un rallentamento del proprio sviluppo economico, è dunque probabile che farà di tutto per non impegnarsi in un accordo internazionale di riduzione delle emissioni.

E' facile vedere nella faticosa storia che ha portato all'entrata in funzione del protocollo di Kyoto una applicazione pratica di queste difficoltà esposte in termini generali.

E bisogna osservare che Kyoto è formulato in modo da non imporre obblighi di riduzione delle emissioni da parte dei paesi in via di sviluppo, neppure da parte dei nuovi grandi globalizzatori quali Cina e India. Sarebbe stato estremamente improbabile che Cina e India avrebbero sottoscritto il protocollo di Kyoto se questo avesse imposto loro degli obblighi di riduzione delle emissioni.

E d'altra parte proprio il fatto che il protocollo di Kyoto non imponga alcun vincolo a paesi come Cina e India è uno dei motivi per cui gli Stati Uniti si sono rifiutati di ratificarlo.

Non è detto poi che una volta che l'accordo è entrato in funzione esso venga rispettato da tutti i partner. Non è facile mettere in atto i necessari meccanismi di monitoraggio, di controllo e di "enforcement". Abbiamo già visto nella fig. 6 che l'Unione Europea, che a parole è stata ed è uno dei più accesi sostenitori dell'accordo di Kyoto, mentre negli anni novanta del secolo scorso era riuscita a ridurre le emissioni di CO<sup>2</sup>, nei primi anni di questo secolo la ha lasciate crescere in modo consistente.

Ma nel caso del cambiamento climatico globale c'è anche un altro fattore che sostiene le resistenze ad accettare i vincoli alla sovranità derivanti da un accordo internazionale, ed che anche tra gli economisti non c'è unanime accordo sul valore che dovrebbe avere un prezzo delle emissioni di carbonio adatto a riflettere il costo sociale del cambiamento climatico globale.

Che anche tra gli economisti non vi fosse accordo sul fatto che il valore del danno dal cambiamento climatico fosse così elevato da giustificare i costi per la sua mitigazione mediante le riduzioni di emissioni di gas serra, e i costi per adattare le diverse società ad affrontare meglio l'impatto negativo del cambiamento climatico stesso, era già emerso quando un autorevole gruppo di economisti era stato invitato a Copenhagen nel 2004 a dare la propria opinione sull'ordinamento dei principali problemi mondiali per affrontare i quali la comunità internazionale dovrebbe spendere 50 miliardi di dollari in un periodo di cinque anni. Questi economisti hanno messo il cambiamento climatico all'ultimo posto.



Il disaccordo è riemerso oggi dopo la diffusione dell'ormai famoso rapporto Stern sull'economia del cambiamento climatico. In questo rapporto si sostiene che il prezzo delle emissioni di carbonio, che potrebbe ad esempio emergere da un mercato globale dei permessi di emissione, dovrebbe essere alquanto elevato fin da adesso. Mentre l'opinione prevalente tra gli economisti che si erano occupati dell'argomento era che questo prezzo dovrebbe essere inizialmente piuttosto basso e poi crescere nel tempo.

Si capisce subito che queste diverse valutazioni sul livello e la dinamica ottima del "prezzo del carbone" portano ad una diversa valutazione sull'urgenza e l'intensità dell'intervento.

La diversità di valutazione emerge dal diverso tasso di sconto usato nel valutare i costi del danno del cambiamento climatico che sono destinati a manifestarsi prevalentemente nel futuro. Ridurre le emissioni globali di carbonio e investire in tecnologie per il sequestro del carbonio implica oggi enormi costi, ma i benefici dell'evitare gli effetti economici distruttivi si faranno sentire tra 50 o 100 anni, o anche più in là.

Se si usa un tasso di sconto piuttosto elevato, come ha fatto la maggior parte dei modelli economici sul cambiamento climatico fino ad ora, il valore attuale dei benefici futuri derivanti dalla riduzione delle emissioni nette di carbonio non sarà così elevato da coprire i costi di mitigazione e di adattamento che si dovrebbero intraprendere ora; per cui la conclusione è che non c'è bisogno di troppa fretta nell'intraprendere tali costi.

Il rapporto Stern usa invece un tasso di sconto molto basso; il valore attuale del danno futuro del cambiamento climatico risulta perciò molto più elevato e quindi automaticamente risulta più elevato il valore attuale dei benefici futuri dell'intervento di mitigazione e di adattamento. Ne deriva che la spinta ad intraprendere tali interventi è molto più forte.

La posizione di Stern sembra ragionevole. Che senso ha infatti che la comunità globale sconti i benefici del consumo futuro ad un tasso positivo? Il dibattito su questa

questione non è nuovo tra gli economisti; e ci sono due possibili ragioni avanzate da coloro che sono a favore dell'uso di un tasso di sconto positivo.

La prima è che i benefici futuri valgono meno dei benefici attuali se la comunità globale è impaziente di godere i benefici oggi: l'impazienza è dunque la prima ragione per scontare benefici e costi futuri ad un tasso positivo. I filosofi però ci hanno ammonito che l'impazienza è eticamente indifendibile perché discrimina le generazioni future semplicemente sulla base del fatto che esse non sono presenti oggi.

Si passa allora alla seconda ragione: motivi di giustizia e di eguaglianza suggeriscono che il consumo pro-capite non sia troppo diverso tra generazioni; per cui, se le generazioni future saranno più ricche di quella presente, questo è un motivo per valutare un euro in più del loro consumo meno di un euro in più del consumo della generazione presente. Quindi un consumo pro-capite crescente fornisce una seconda giustificazione per scontare benefici e costi futuri ad un tasso positivo.

Ma da questa seconda ragione si deduce che se un consumo pro-capite crescente giustifica il fatto che la comunità globale sconti i benefici e costi futuri ad un tasso positivo, un consumo pro-capite decrescente giustificerebbe il fatto che la comunità globale sconti i futuri benefici e costi ad un tasso nullo o addirittura negativo.

Ora le conseguenze negative possibili del cambiamento climatico sulla base produttiva del pianeta sono così elevate, che non è allarmistico chiedersi se lo sviluppo economico potrà continuare quando una certa soglia sarà stata superata.

Se ad esempio si valuta che dopo un certo numero di anni, a seguito dei danni provocati dal cambiamento climatico, il consumo pro-capite globale potrebbe cominciare a ridursi, fino a diventare negativo, questo significa che per scontare i benefici dell'azione nel futuro molto lontano (peraltro proprio quando questi si manifestano) si dovrebbe usare un tasso di sconto molto basso o negativo.

Credo che il messaggio del rapporto Stern sia giusto nella sua essenza. Occorre che la società si renda conto dell'urgenza di agire oggi per evitare danni che potrebbero essere molto gravi per le generazioni future. Che questo implichi che il prezzo dei combustibili fossili rifletta, oltre che la crescente loro scarsità, anche il crescente costo sociale associato al cambiamento climatico mi sembra molto ragionevole. Ma bisogna anche riconoscere che questo già emergeva dai modelli precedenti a quello usato da Stern, anche se in questi modelli il prezzo aggiuntivo derivante dal danno del cambiamento climatico non era così elevato nel futuro più immediato.

E comunque ritorniamo alle difficoltà di raggiungere un accordo internazionale sulle modalità per arrivare a determinare dei meccanismi che siano in grado di esprimere un qualche prezzo del carbone. Con molta fatica il protocollo di Kyoto è arrivato a indicare uno strumento, quello del mercato dei permessi di emissione, che però è stato limitato ai soli paesi avanzati. Anche con molta fatica, l'Europa ha cominciato a far funzionare questo mercato; e bisogna dire che il prezzo del carbone che comincia ad emergere è più vicino a quello indicato dai modelli econometrici precedenti che a quello di Stern.

L'estensione di un mercato dei permessi di emissione a livello mondiale presenta enormi problemi politici, che riguardano in particolare l'assegnazione iniziale dei permessi stessi. E' infatti evidente che assegnarli sulla base delle emissioni attuali favorirebbe di più i paesi già avanzati, mentre assegnarli sulla base della popolazione favorirebbe i paesi in via di sviluppo. E' vero peraltro che questa contrapposizione potrebbe ridursi fra qualche anno dato che, come abbiamo visto, le emissioni di gas serra da parte dei paesi in via di sviluppo supereranno quelle dei paesi sviluppati.

## **Il problema energetico-ambientale e la crescita economica**

I segnali provenienti dai prezzi crescenti dei combustibili fossili, sia per ragioni di mercato (crescente scarsità e costi crescenti di sfruttamento) sia per effetto dell'incorporazione del crescente danno del cambiamento climatico, saranno necessari per la promozione delle azioni di mitigazione delle emissioni di gas serra. Ma che

incidenza avranno sulla crescita economica? Essenziale è la risposta delle tecnologie a tali segnali.

I più ottimisti ritengono che l'interazione tra prezzi crescenti delle risorse energetiche esauribili, investimenti in tecnologie energetiche alternative e una domanda crescente di beni basati su queste tecnologie alternative sarebbe in grado di innestare un nuovo circolo virtuoso, in grado di non compromettere, ma anzi di sostenere la continuazione della crescita economica globale.

Ma un minimo di realismo suggerisce di considerare la sfida del tutto aperta. La sostituzione dei combustibili fossili con fonti alternative non è dietro l'angolo, e sarà particolarmente difficile nel settore dei trasporti. L'alternativa, molto pericolosa, è che la competizione crescente per accaparrarsi risorse energetiche esistenti sempre più scarse diventi fonte di ulteriori instabilità e conflitti capaci solo di produrre reazioni a catena controproducenti e negative per tutti.

La risposta ottimistica si basa su una grande fiducia sull'automatismo nell'evoluzione della natura e delle caratteristiche del progresso tecnologico. Mentre a me pare che non tanto sul progresso tecnologico in sé, quanto appunto sulla sua natura e sulle sue caratteristiche noi dobbiamo manifestare un minimo di cautela.

Il progresso tecnologico che siamo abituati a considerare nelle analisi dello sviluppo economico è quello che aumenta la produttività del lavoro. Il suo effetto sull'ambiente però non è altro che di aumentare la scala della produzione ottenibile da un certo impiego del lavoro, e per questa via quindi l'effetto è di aumentare la pressione sull'ambiente. L'effetto dunque di questo tipo di progresso tecnologico, preso a sé stante, è negativo per l'ambiente.

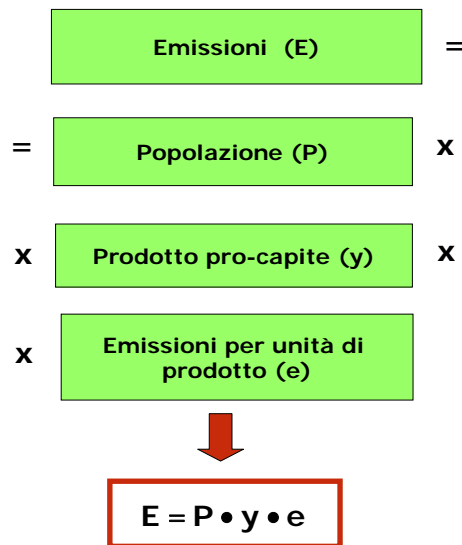
Ma se il progresso tecnologico si manifesta in modo da ridurre la pressione sull'ambiente per unità di prodotto (nel nostro caso le emissioni di gas serra per unità di prodotto), il suo effetto diventa positivo. Infatti è possibile che il prodotto possa aumentare e il flusso di emissioni possa diminuire.

Ma in presenza di un progresso tecnologico che aumenta la produttività del lavoro, questo può avvenire solo se si verificano due condizioni: la prima è che il rapporto tra emissioni e prodotto decresca nel tempo; la seconda è che il tasso di decrescita del rapporto tra emissioni inquinanti e prodotto sia maggiore del tasso di crescita del prodotto dovuto all'aumento della produttività del lavoro.

Questo lo si può vedere dalla formula semplicissima rappresentata nella fig.7. Supponiamo per semplicità che la popolazione P resti costante nel tempo. Si vede subito che, perché le emissioni E si riducano nel tempo occorre che il parametro e si riduca ad un tasso maggiore di quello a cui cresce la variabile y; occorre cioè che il progresso tecnico che riduce il coefficiente delle emissioni per unità di prodotto sia più forte di quello che aumenta la produttività del lavoro.

In altri termini, il tasso del progresso tecnologico di tipo “buono”, che riduce la pressione sull'ambiente per unità di prodotto, deve essere maggiore del tasso del progresso tecnologico di tipo “cattivo” che si limita ad aumentare la produttività del lavoro. Ma tutto questo non è automatico.

**Fig.7.**



## **Prospettive per vincere la sfida energetico-ambientale nell'ottica di una crescita economica sostenibile**

Quali possibilità esistono che questa dinamica virtuosa si affermi, magari aiutata dai prezzi crescenti dei combustibili fossili? In altri termini si può vincere la sfida energetico-ambientale alla globalizzazione dello sviluppo?

L'Agenzia Internazionale dell'Energia ha svolto recentemente uno studio nel quale si mostra come intraprendendo serie misure di efficienza e risparmio energetico, puntando su tecnologie di sequestro del carbonio e sulle energie rinnovabili sarebbe possibile riportare nel 2050 le emissioni di CO<sup>2</sup> ai livelli attuali. Con uno scenario più ottimistico sotto il profilo dell'introduzione di nuove fonti energetiche si potrebbe arrivare ad una riduzione del 15% rispetto ai livelli attuali.

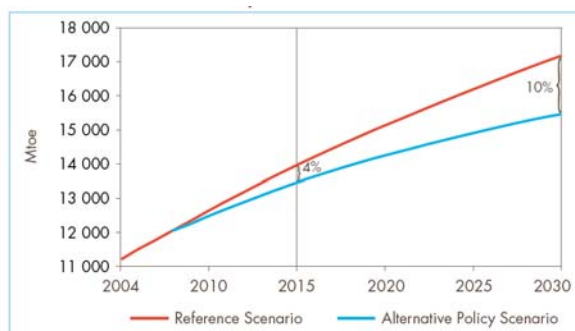
L'ultimo "Outlook" della IEA presenta uno scenario alternativo a quello di evoluzione spontanea che è meno ambizioso e più cauto di quelli esplorati nello studio sulle prospettive delle tecnologie energetiche. Lo scenario alternativo dell'"Oulook" esclude ad esempio la considerazione delle tecnologie di sequestro del carbonio data la grande problematicità della loro commercializzazione, e si basa sull'ipotesi ben più modesta che le politiche e le misure che i governi stanno già oggi considerando al fine di migliorare la sicurezza energetica e mitigare le emissioni di CO<sup>2</sup> vengano effettivamente realizzate.

I risultati sono tuttavia confortanti. Come si vede dalla fig. 8, sarebbe possibile ridurre del 10% la domanda mondiale di energia al 2030 rispetto allo scenario di riferimento. La dipendenza dal petrolio sarebbe ancora molto elevata sia nei paesi dell'OCSE sia nei paesi in via di sviluppo dell'Asia. Ma l'incremento della domanda di petrolio nello scenario alternativo sarebbe del 60% inferiore di quello nello scenario di riferimento, soprattutto a causa di misure di efficienza energetica e di introduzione di biocarburanti nel settore del trasporto.

Dalla fig. 9 si vede come si potrebbero stabilizzare le emissioni di CO<sup>2</sup> ai livelli attuali nei paesi avanzati. Nei paesi in via di sviluppo le emissioni continuerebbero a crescere, ma ad un ritmo considerevolmente minore che nello scenario di riferimento; e comunque con una tendenza verso la stabilizzazione.

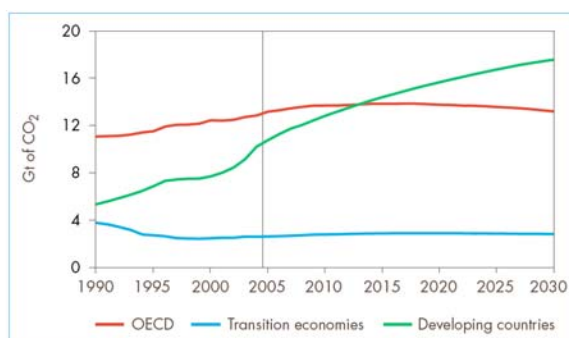
Dalla fig. 10 si vede che l'80% della riduzione delle emissioni di CO<sup>2</sup> verrebbe da politiche che siano in grado di incoraggiare una produzione e un uso più efficiente dell'energia.

**Fig.8. Domanda di energia nello scenario alternativo IEA**



Fonte: IEA Outlook 2006

**Fig.9. Emissioni di CO<sub>2</sub> nello scenario alternativo IEA**



Fonte: IEA Outlook 2006

Il 36% della riduzione di emissioni verrebbe dall'aumento dell'efficienza nell'uso dei combustibili fossili, specialmente con mezzi di trasporto più efficienti. Circa il 30% verrebbe da un uso più efficiente dell'energia elettrica (ad esempio illuminazione e uso dell'aria condizionata). Una produzione più efficiente dell'energia contribuirebbe per il rimanente.

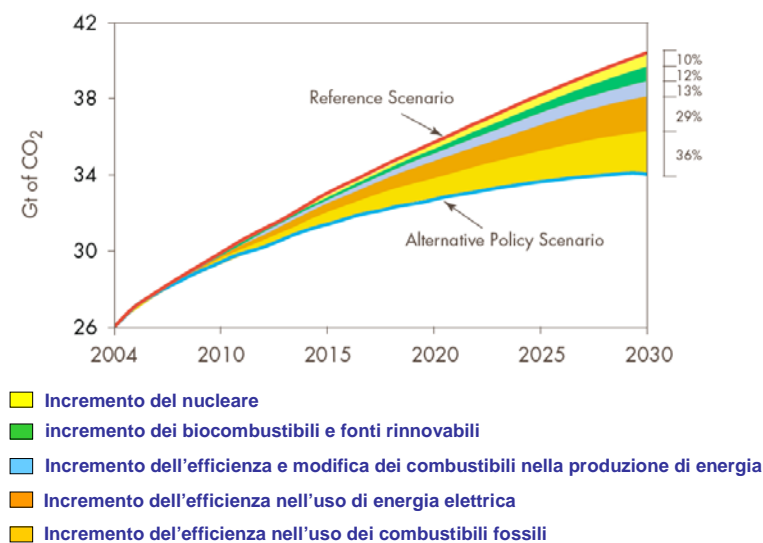
Solo il 20% delle riduzioni verrebbe dalla sostituzione di fonti energetiche, e si ripartirebbe in modo sostanzialmente uguale tra un incremento del nucleare e un incremento dei biocombustibili e di altre fonti rinnovabili.

Sotto il profilo economico le politiche e le misure dello scenario alternativo si pagherebbero da sé. Infatti i risparmi negli investimenti per l'offerta di energia sarebbero maggiori degli aumenti di investimenti nella domanda. In pratica un dollaro in più investito dai consumatori in impianti elettrici più efficienti corrisponderebbe a due dollari in meno di investimento nell'offerta di elettricità. Vi sarebbero poi notevoli risparmi nel costo dei carburanti risparmiati.

Lo scenario alternativo dell'Outlook IEA dunque non esclude il ruolo delle fonti energetiche alternative ai combustibili fossili, ma punta soprattutto all'aumento dell'efficienza energetica. Il suo scopo è quello di mostrare che un futuro energetico sostenibile è alla portata dell'umanità già oggi puntando sull'adozione di tecnologie disponibili e commercializzabili. In questo non solo è realistico, ma conferma il ruolo positivo che un prezzo crescente dei combustibili fossili può avere come segnale per stimolarne la maggiore efficienza nella utilizzazione sia per la produzione sia per l'uso di energia.



**Fig.10. Risparmi di emissioni di CO<sub>2</sub> con lo scenario alternativo IEA**



Fonte: IEA Outlook 2006

In realtà lo stesso Outlook esplora uno scenario che va al di là di quello alternativo e che punta a far sì che le emissioni di CO<sub>2</sub> si stabilizzino al 2030 ai livelli attuali. Questo richiede un taglio del 20-25% delle emissioni al 2030 rispetto allo scenario alternativo, un più intenso ricorso alle energie rinnovabili e la presa in considerazione delle tecnologie di cattura e sequestro del carbonio.

Ma anche lo scenario alternativo semplice consentirebbe di raggiungere nel 2030 un livello di emissioni inferiore a quello prevedibile con l'applicazione del Protocollo di Kyoto. Il problema è che il tempo corre e qualsiasi ritardo nel passaggio dalle politiche contemplate e annunciate nello scenario alla realtà ha degli effetti molto gravi. Ad esempio con un ritardo di 10 anni nell'implementazione delle misure non sia avrebbe praticamente più riduzione delle emissioni al 2030 rispetto al livello dello scenario di riferimento.

Ovviamente ritardi nella ricerca per lo sviluppo e la commercializzazione di fonti energetiche alternative metterebbero ancora di più in discussione le prospettive per abbassare le emissioni nel lungo periodo.

E' chiara dunque la necessità di non perdere tempo. Benché gli investimenti necessari debbano venire soprattutto dal settore privato, i governi hanno la responsabilità di determinare un ambiente appropriato a questi investimenti, promuovendo l'informazione e il consenso dell'opinione pubblica e dei consumatori.

Essenziale è poi la collaborazione dei paesi sviluppati con i paesi in via di sviluppo i quali devono essere messi nelle condizioni di saltare alle tecnologie più avanzate in termini di efficienza energetica. Sono necessari programmi di promozione del trasferimento tecnologico, di cooperazione della ricerca e di "capacity building".

Un elemento di ottimismo proviene dal fatto che per certi aspetti l'arretratezza dei paesi in via di sviluppo può essere una opportunità per il salto tecnologico richiesto. Ad esempio la costruzione di abitazioni ecologicamente efficienti ( e quindi anche efficienti sotto il profilo dell'uso dell'energia) è un obiettivo proponibile nei paesi in via di sviluppo dove sono e saranno in atto processi di urbanizzazione; molto più difficile è l'obiettivo di trasformare gli edifici nelle città dei paesi avanzati.

Analogamente, oggi più di 2 miliardi e mezzo di persone dipendono da un uso inefficiente e insostenibile delle biomasse (legno, letame) per il loro rifornimento energetico tradizionale. E la mortalità derivante dall'esposizione all'inquinamento derivante da questo uso inefficiente e insostenibile delle biomasse è molto elevata. Una parte di queste persone potrà essere portata, secondo gli obiettivi di Sviluppo del Millennio, all'accesso alla elettricità in modo più efficiente di quanto non sia stato fatto per i paesi oggi maturi.

Ovviamente però deve essere sepolta l'idea di poter scaricare ai paesi in via di sviluppo le tecnologie più inquinanti perché questo alla lunga si ritorcerebbe come un boomerang sui paesi maturi attraverso il cambiamento climatico.

Del resto la disponibilità degli stessi paesi in via di sviluppo si sta sempre più riducendo. La Cina ad esempio si sta perfettamente rendendo conto della urgenza di un salto di qualità nella politica ambientale in generale e in particolare in quella volta a

migliorare l'efficienza energetica, a ridurre l'inquinamento atmosferico e a stimolare l'adozione di energie alternative ai combustibili fossili . Non passa giorno senza che sulla stampa cinese vengano denunciati incidenti ambientali e la drammaticità della situazione ambientale.

La classe dirigente cinese si pone esplicitamente il problema di quella che ormai viene ufficialmente battezzata come una “società armoniosa” anche sotto il profilo del rapporto dell'economia con l'ambiente. Lo sforzo di ricerca scientifica e tecnologica in questa direzione è sempre più intenso. E sempre più urgente diventa la consapevolezza della necessità di una educazione ambientale che porti a comportamenti dei cittadini, dei consumatori e delle imprese più responsabili sotto il profilo delle conseguenze per l'ambiente.

Dunque in tutto il mondo è urgente un lavoro culturale, che non può che trovare la sua radice in motivazioni etiche, per una modificazione delle preferenze che valorizzi le scelte e i comportamenti nella direzione di un maggior rispetto per l'uso delle risorse scarse della natura. Questo non potrà non portare anche ad una modificazione nel modo in cui si svolgono i processi produttivi e nelle caratteristiche dei prodotti.

La responsabilità maggiore spetta ancora una volta agli abitanti, ai consumatori e alle imprese dei paesi economicamente maturi che hanno già raggiunto un adeguato livello medio di benessere. Se ciò non avverrà, la sostenibilità della globalizzazione dello sviluppo è destinata a correre effettivamente seri rischi.