# CLIMA, ENERGIA & GREEN ECONOMY: DALL'EMERGENZA AMBIENTALE AD UNA LEVA PER LO SVILUPPO ED OCCASIONE PER NUOVI BUSINESS DELLE PICCOLE IMPRESE VENETE

*di Antonio Candiello*

## Introduzione

Diverse sono le determinanti di un inevitabile ed urgente cambiamento strutturale del modello corrente di gestione industriale che avverrà necessariamente nel prossimo futuro. Possiamo qui indicare alcune tra le principali emergenze che si presentano per l'umanità nei prossimi (5-10-20) anni:

A) l'avvenuto – o prossimo – picco del petrolio, che rappresenta il momento in cui l'offerta non riuscirà a tenere passo con la domanda di combustibile e che potrebbe portare l'umanità su una pericolosissima china regressiva (per un bilancio dettagliato, cfr. "L'energia nella stiva", di N. Armaroli e V. Balzani, pp. 83-102, in [1]; cfr. anche "Petrolio: siamo in riserva?", di A. Zecca e C. Zulberti, pp. 50-55, in [2])[1];

B) la necessità di contenere le massicce immissioni di $CO_2$ ed altri gas *climalteranti* che rischiano nei prossimi anni di compromettere l'equilibrio

*1 A fronte di un "estratto" pari a circa mille miliardi di barili, le stime del petrolio rimasto oscillano tra mille e duemila miliardi di barili. Il momento critico è il "picco" di produzione, che a seconda delle stime avrà luogo tra il 2010 (pessimisti, come l'ASPO) ed il 2030 (ottimisti, come l'OPEC). Superato il picco, la forbice domanda-offerta si aprirà in maniera irreversibile inducendo un aumento crescente del costo del petrolio. Nessuno è al momento in grado di prevedere l'effetto dirompente sull'economia globale ed in definitiva sul benessere, sulla qualità e sulla stessa aspettativa di vita di tutta l'umanità che avrà la fine del petrolio a buon mercato.*

termico del nostro pianeta (per un approfondimento, cfr. "Danni collaterali", di N. Armaroli e V. Balzani, pp. 103-119, in [1])[2];

C) le ormai dimostrate e sempre più gravi conseguenze alla salute umana dovute all'introduzione sistematica ed incontrollata di un amplissimo ventaglio di sostanze tossico-nocive in aria, in acqua e nei suoli – tanto che se ne discute ormai in termini di "epidemia sanitaria" con causali ambientali (possiamo suggerire di partire dalle considerazioni presenti in [7] [8] [9] [11] per cogliere l'urgenza richiesta di interventi di contenimento delle emissioni inquinanti che emerge da precise risultanze scientifiche sulle conseguenze sulla salute, nonché per valutare in dettaglio la realtà veneziana).[3]

Si tratta di elementi di preoccupazione che hanno avuto ormai reiterata conferma in ambito scientifico e che stanno inducendo le autorità pubbliche mondiali, europee e nazionali a strutturare un insieme di interventi di-

---

*2 A fronte di un'immissione, attualmente pari a circa trenta miliardi di tonnellate l'anno di CO2, dovuta al forsennato consumo di combustibili fossili, i livelli atmosferici di CO2 sono saliti da 275 a quasi 400 parti per milione (ppm); livelli che secondo l'*International Panel of Climate Change *(IPCC) hanno causato un incremento delle temperature medie del pianeta per effetto serra.*

*3 I fattori connessi all'inquinamento – nell'aria, nell'acqua, nel suolo, nel cibo ed in contesti professionali –, insieme a modelli di vita scorretti, sono ritenuti responsabili del 75% delle patologie e delle cause di morte. Nello specifico, indagini epidemiologiche hanno rilevato che ad ogni aumento di breve termine degli inquinanti in aria (polveri sottili, ossidi di azoto e zolfo, ozono) è associato un aumento degli eventi negativi della salute di tipo cardiaco e respiratorio per quanto riguarda gli effetti a breve termine, con incrementi tra lo 0,5% e l'1% in mortalità ed ospedalizzazione. Sul lungo termine è invece stimata una perdita di vita di circa 6 mesi per ogni 10 µg/m3 di aumento del PM10.*

retti e di strumenti di incentivazione atti a "correggere la rotta" prima che sia troppo tardi. Le linee di intervento per contenere tali emergenze sono già in parte note. Si tratta di "de-carbonizzare" il più possibile l'economia, riducendo il consumo di combustibili fossili nel complesso e specificamente riducendone il consumo per unità di produzione. Tradotto in termini più semplici, si tratta di aggiornare i processi produttivi riducendo considerevolmente i consumi ed utilizzando ove possibile fonti energetiche alternative. Al fine di conservare il più possibile il pregiato combustibile liquido (il petrolio) che attualmente domina la nostra economia, del quale al momento non abbiamo trovato un valido sostituto, e di ridurre le emissioni di carbonio (in forma di anidride carbonica) in atmosfera. La combinazione dei due vincoli non consente scappatoie, come potrebbe essere la semplice sostituzione del petrolio ove possibile con il carbone[4].

Per valutare l'entità e la varietà delle strategie necessarie a contenere le emissioni globali, è utile l'analisi scientifica (cfr. "Carbonio sotto controllo", di R.H. Socolow e S.W. Pakala, pp. 40-48, in [2]) che propone un intervento strutturato su sette "cunei" ciascuno quantificabile nella *non emissione* di un miliardo di ton-

---

*4 Una centrale a carbone "standard" da un gigawatt come quella di Fusina emette oltre sei milioni di tonnellate di CO2/anno, pari a quasi* mezzo miliardo di tonnellate *di CO2 nell'intera sua vita operativa, stimabile in circa sessant'anni. Alcuni studi stanno valutando come una possibilità lo stoccaggio della stessa in depositi salini sotterranei, ma si tratta comunque di quantità enormi, stimabili in* tre miliardi *di barili di CO2 in forma liquida supercritica (cfr. [16] ). Bisogna poi considerare che il carbone è ancora più "sporco" del petrolio, in termini di inquinanti emessi nella combustione (in termini di polveri sottili, zolfo, ma anche metalli pesanti, mercurio; le ceneri di risulta, prodotte in grande quantità, pari al 10% in peso del carbone immesso, sono inoltre altamente tossiche nonché debolmente radioattive.*

nellate per anno a regime da qui a cinquant'anni (che si dovranno tradurre in 25 miliardi ciascuno nel periodo per comporre un contenimento pari a 350 miliardi di tonnellate di prossime emissioni), teso a impedire che i livelli di $CO_2$ crescano (come stimato) verso ed oltre i 560 ppm nel 2060 compromettendo irreversibilmente l'equilibrio atmosferico.

Ma perché ciò abbia luogo con efficacia, sarà necessario modificare i prodotti stessi che si immettono nel mercato, al fine di indurre riduzioni di consumi ed emissioni in fase di utilizzo da parte dei consumatori finali domestici ed industriali.

## 1. Nuovi prodotti per un nuovo mercato[5]

Le politiche europee sugli elettrodomestici hanno già dimostrato come ciò possa avvenire: i prodotti con caratteristiche di maggiore efficienza sono evidenziati ed acquisiscono maggiore valore per l'acquirente. Le politiche di *labeling* europeo degli elettrodomestici sono stati il primo intervento di efficientazione dei prodotti – il più semplice, in quanto non ha richiesto modifiche importanti al modello di funzionamento dei prodotti (motori elettrici) e non ne ha modificato i sistemi di alimentazione energetica (la corrente elettrica).

Un ambito di grandissimo im-

5 *Per un dettaglio più approfondito sulle attinenze tra settori di mercato tradizionale e nuovi ambiti di* green economy*, rimandiamo alla relazione presentata in [12]. L'iniziativa "Diritto ed Economia Verde", che avrà continuazione con eventi specifici (*summer school *ed altre iniziative) è un buon esempio di un circuito virtuoso che vede giuristi, economisti, tecnici ed imprenditori insieme alla ricerca dei migliori percorsi per la concretizzazione in tempi definiti di produzioni ed infrastrutture* green.

patto per la riduzione di consumi ed emissioni è quello delle automobili, che di fatto non hanno dimostrato evoluzioni strutturali nell'ultimo secolo (i motori sono sempre a ciclo otto o diesel …) e presentano un enorme potenziale di innovazione. Semplici valutazioni in ordine all'efficienza media dei motori termici (15%) messa a confronto con il valore relativo ai motori elettrici (50%) – senza poi considerare il vantaggio dell'"emissione zero" di questi ultimi – indicano con una certa sicurezza che ad un certo punto vi dovrà essere la transizione dei trasporti dal corrente sistema disegnato attorno ai derivati del petrolio ad un complesso ma ben più efficiente (e meno inquinante) sistema di distribuzione ed accumulo dell'energia elettrica per la mobilità collettiva ed individuale.

In questo caso la transizione è più articolata di quanto avvenuto per gli elettrodomestici, perché richiede interventi strutturali a complementazione/modifica dell'attuale sistema di distribuzione delle benzine e dei gasoli per autotrazione. Le alimentazioni elettriche casalinghe non potranno essere da sole sufficienti a consentire la fruizione di mezzi elettrici, per le limitazioni dovute alla capacità di erogazione in tempi ragionevoli (con i modelli oggi sul mercato ci vogliono otto ore di carica per fornire un'autonomia limitata all'ordine dei cento chilometri a piccole utilitarie). Sono quindi necessari significativi investimenti infrastrutturali – andranno costruite reti di distribuzione energetiche per l'autotrazione alternative a quelle esistenti. E nel periodo di transizione saranno comuni veicoli con soluzioni miste termico/elettriche (le cosiddette auto ibride) che, a scapito di una certa complessità costruttiva, risolvono

con efficacia il critico problema della scarsa autonomia dei mezzi elettrici "puri".

Se i trasporti vedranno una forte trasformazione nel modello di consumo, lo stesso si può dire del comparto residenziale (ed industriale) per quanto riguarda la gestione delle "tante energie" che siamo ormai abituati ad utilizzare – energia elettrica, attualmente fornita quasi esclusivamente dai grandi produttori centralizzati, energia termica, ottenuta in prevalenza per combustione del gas naturale, energia refrigerante, generata a fronte di consumi elettrici. In questo caso il prodotto-chiave su cui intervenire è la comune caldaia, in grado di assolvere in alcune condizioni anche ai compiti di generazione di energia elettrica (cogenerazione) se non anche a quelli di refrigerazione (trigenerazione).

Più in generale la casa, da nucleo passivo di consumo, si prepara a diventare uno degli snodi principali per un modello energetico distribuito. Dove si produce energia – con collettori solari accoppiati a motori Stirling, pannelli fotovoltaici, piccoli sistemi eolici o geotermici, o in cogenerazione da combustione di gas o biogas. Energia che poi si combina con le fonti "di rete", viene scambiata con l'esterno, oppure trasformata nelle modalità di fruizione più opportune – per ricaricare di notte l'auto elettrica con batterie al litio, per scaldare acqua calda, per rinfrescare o riscaldare gli ambienti – e quando opportuno viene accumulata, magari in forma di idrogeno o qualche combustibile da esso derivato a maggiore densità volumetrica. Le opportunità esistenti negli ambienti industriali sono ancora più ampie, stanti le più articolate e dimensionate configurazioni energetiche pre-

senti negli stabilimenti, anche di piccole realtà produttive. Fonti calde ad alta temperatura comuni negli scarichi divengono con un minimo di ingegno sorgenti convenienti di energia secondaria da destinare al raffrescamento o riscaldamento; scarti di produzione, abitualmente gestiti come rifiuti (e quindi costi), possono trasformarsi in sottoprodotti da immettere all'ingresso di specifiche catene produttive; le disomogeneità nelle curve di consumo elettrico – spesso causa di onerosi contratti gestiti al "picco" di consumo – possono essere contenute con la combinazione coerente di fonti energetiche alternative o secondarie. Semplici reti di circuiti idraulici per la conservazione e distribuzione del calore offrono d'altra parte la possibilità di ridurre le emissioni di calore in atmosfera o in acqua come rifiuto, trattandolo invece come valore suscettibile di ritorno economico – come è il caso del teleriscaldamento, ampiamente sottoutilizzato nella nostra realtà energetica.

Ogni settore industriale, in effetti, offre le sue specifiche opportunità di riduzione dei consumi, di contenimento delle emissioni e di (ri-)utilizzo intelligente di fonti energetiche. Citiamo in questo contesto uno degli ambiti a più rapida crescita nei consumi mondiali (e che quindi richiede da subito interventi di contenimento in ambito energetico), l'*Information Technology* (per un approfondimento, cfr. [6]).

Un modello strutturale *green* con caratteristiche di efficacia (dicasi: utilità) ed efficienza (dicasi: convenienza) non può tuttavia esimersi dall'affrontare quelli che sono i conosciuti punti critici dei nuovi modelli energetici a cicli integrati (elettro-termici) e decentralizzati a basso tasso di carbonio.

Che possono essere sintetizzati nei seguenti:

A) la "bassa densità" di produzione energetica delle fonti alternative (ad esempio del fotovoltaico, assolutamente incomparabile su questo piano alle fonti fossili tradizionali);
B) la difficoltà di accumulare energia (le batterie hanno una densità non paragonabile a quella della benzina; l'idrogeno occupa volumi enormi ed è difficile da gestire);
C) gli alti costi di *set up* sottesi ad ogni intervento di green economy (generalmente si "spende prima" per "risparmiare dopo").

Sono proprio questi punti critici che suggeriscono significativi spazi di innovazione "accessibile" alle imprese più pronte a cogliere le nuove opportunità.

## 2. Un ripensamento delle infrastrutture di distribuzione dell'energia

È evidente che anche solo piccole modifiche al mercato finale richiedono significativi sforzi sul piano delle infrastrutture portanti della nostra società. Non dobbiamo dimenticare quanto articolato, sofisticato e diffuso sia il sistema di distribuzione di energia, attualmente basato in parte sull'elettricità, per le esigenze residenziali ed industriali, ed in parte sulle benzine, per i trasporti e la mobilità individuale.

La revisione del sistema distributivo sarà un passaggio necessario per consentire l'aggancio alla rete di fonti energetiche intermittenti, discontinue e molto frazionate – aspetto che caratterizza la produzione di energia rinnovabile – con l'introduzione di sistemi di accumulo di energia elettrica. L'idrogeno, un gas che

può essere portato a combustione per via solo elettrochimica con un processo ad alta efficienza (con le cosiddette "*fuel cells*") potrà avere un ruolo importante in questo ambito. La progettazione di una infrastruttura di distribuzione energetica basata (o meglio intermediata) dall'idrogeno è in effetti già in corso: modifiche ai processi di combustione delle grandi centrali elettriche consentono infatti già ora di generare idrogeno, elemento che peraltro consente migliori adattamenti delle centrali a carbone in ottica di "sequestrazione" della $CO_2$ emessa (Cfr., in [2] "L'idrogeno al servizio della rete", Gennaro De Michele, Pag.100, con la descrizione delle sperimentazioni coordinate in corso da parte di Enel Produzione a Marghera ed a Perugia). La produzione "ibrida" dell'idrogeno da fonti fossili è temporaneamente accettabile. La fase corrente di ricerca & sviluppo dovrà infatti generare significative innovazioni soprattutto sul lato del consumo (veicoli & cogeneratori) e dell'accumulo (in accoppiamento a forme di energia rinnovabile ed intermittente) al fine di confermare concretamente e da un punto di vista economico le potenzialità dell'idrogeno come vettore energetico. Significative innovazioni saranno peraltro necessarie per aumentare la quantità di idrogeno trasportabile nei veicoli (anche se la densità di energia in peso dell'idrogeno è 3-4 volte quella della benzina, in termini di volume dell'idrogeno gassoso a pressione atmosferica è solo lo 0,03 % rispetto alla benzina). Compressione, liquefazione, adsorbimento, attivazione di legami chimici reversibili o altre opzioni dovranno fornire una soluzione efficace a questo problema (il quadro complessivo viene presentato, ad es., in [15] ).

Il sistema di distribuzione della corrente elettrica dovrà invece adattarsi alle nuove esigenze di mezzi alimentati a carburanti liquidi (come ora), ma anche ibridi (con motori termici ed elettrici) o solo elettrici (come la prossima generazione di microvetture già annunciate dai principali produttori di automobili). Sistemi "domestici" di (lenta) ricarica notturna dovranno venire affiancati da sistemi urbani di ricarica rapida nelle aree di sosta o da modelli gestionali basati sul noleggio e sostituzione delle (costose) batterie al litio. L'idrogeno o alcuni combustibili affini ad alto tasso di idrogeno (come il gas naturale o il liquido metanolo) potranno invece avere un ruolo quali accumulatori energetici ad alta densità sostitutivi delle batterie. Alcuni settori specifici (come quello diportistico e navale o la logistica integrata di filiera) potranno peraltro consentire l'anticipazione di particolari percorsi di innovazione, per via di esigenze particolari o maggiori spazi economici disponibili.

## 3. Nuovi spazi di business per le piccole imprese venete

D'accordo, la società come la conosciamo sarà soggetta a forti trasformazioni. Ma ciò cosa ha a che fare con le piccole imprese del Veneto? Non si tratta come succede di solito, di trasformazioni "guidate" dai colossi multinazionali dell'energia americani o nordeuropei e dai grandi monopolisti nazionali come Eni ed Enel? C'è veramente uno spazio per il modello "diffuso" a bassa intensità di capitale, alta inventiva, ma ridotta capacità di investimenti significativi nell'innovazione?

Le caratteristiche strutturali del nuovo modello economico

che si sta delineando ci inducono a credere che un tale spazio vi sia, e sia notevole, come sempre avviene nelle fasi di radicale trasformazione delle infrastrutture fondanti della società. È già avvenuto, per esempio, con la transizione dal trasporto su ferro al trasporto su gomma – il mercato dell'automobile è sorto inizialmente sulla spinta di tante piccole realtà produttive, nel nostro Paese in particolare.

La forte specializzazione delle imprese venete negli ambiti manifatturieri della meccanica e della componentistica potrà consentirne una più agevole transizione ai nuovi modelli di business che saranno indotti dalla necessaria e prossima trasformazione del modello di consumo energetico in ambito domestico ed industriale. Le dimensioni più contenute delle imprese del nord est potranno inoltre favorire, nei casi più virtuosi, un più rapido adattamento ad un mercato che chiederà prodotti, infrastrutture e componentistica flessibili e interagenti con sistemi multipli di alimentazione energetica (calore, elettricità, carburanti liquidi e gassosi, sistemi di accumulo).

La forte concentrazione di competenze nella petrolchimica esistente nel veneziano offre d'altra parte una duplice opportunità: (a) emendare oltre un ventennio di fallimentari strategie industriali, raccogliendo l'ampio bacino di competenze professionali ed accademiche e spostando il focus dalle produzioni di massa ad elevato impatto ambientale e ridotto valore aggiunto verso produzioni di maggiore qualità, più adatte alle connotazioni avanzate dell'area veneziana e coerenti con le strutture di costi qui esistenti; (b) riportare le produzioni verso un prossimo bilancio ambientale positivo, rimuovendo le fonti a maggiore

impatto ambientale ed assolvendo ad una sentita esigenza cittadina di rinascita industriale in ottica sostenibile e di risanamento del territorio.

*Green chemistry*, sperimentazioni della filiera dell'idrogeno, teleriscaldamento, modelli avanzati di mobilità sostenibile e di revisione della rete distributiva, nuovi carburanti a basso impatto ambientale, riduzione dell'impatto di specifiche filiere logistiche, ricerca su sistemi avanzati di assorbimento della $CO_2$, sono solo alcuni degli ambiti nei quali Venezia potrebbe fare da capofila per la progettazione di nuovi prodotti e processi "green". Le ottime condizioni logistiche d'area, la presenza di trasporti su gomma, ferro, acqua, aria, per utilizzo individuale, turistico ed industriale, lo stesso contesto urbano ad alta densità abitativa con relativi consumi energetici, nonché l'elevata concentrazione di Università e di Istituti di ricerca, offrono d'altra parte le migliori condizioni per l'attuazione in ambiti definiti di nuovi modelli di consumo e di gestione dell'energia residenziale e per i trasporti.

Il ruolo delle piccole imprese è in questo caso cruciale: come avviene nelle fasi di transizione tecnologica, le grandi imprese che gestiscono il monopolio delle infrastrutture e della produzione non hanno interesse ad accelerare l'adozione delle tecnologie. Le piccole imprese più innovative possono invece in questo modo conquistare nuovi spazi di mercato, individuando opportune "nicchie iniziali" che hanno la potenzialità di trasformarsi in nuovi, ampi, segmenti del nascente mercato dell'energia *carbon-free*. Segnaliamo come i nuovi modelli di creazione, accumulo e distribuzione dell'energia siano poi maggior-

mente efficaci quanto più essi sono territorialmente declinati ed operanti in piena armonia con le realtà ambientali, sociali ed economiche delle aree di destinazione. Una sensibilità che caratterizza le piccole imprese d'area senz'altro più di colossi energetico/produttivi nazionali o multinazionali. In questo contesto saranno tuttavia preziosi i collegamenti che le imprese riusciranno ad attivare con il territorio, le accademie e le Pubbliche Amministrazioni, al fine di ridurre il *gap* economico e culturale in termini di Ricerca & Sviluppo che separa le piccole realtà produttive da realtà industriali maggiormente strutturate.

## Riferimenti bibliografici


[1] "Energia per l'astronave terra – quanta ne usiamo, come la produciamo, che cosa ci riserva il futuro", N. Armaroli, V. Balzani, Zanichelli, 2008, Bologna;

[2] "Energia: la resa dei conti", su "Le Scienze" N.459, novembre 2006;

[3] "Il clima del G2 – Usa e Cina affossano Coopenhagen. Prima l'energia, poi l'ambiente. Se l'Italia torna al nucleare", Quaderno Speciale di Limes, Rivista Italiana di Geopolitica, L'Espresso-Città Nuova, Roma, 2009;

[4] "Strategie per la Terra: idee e progetti per uno sviluppo sostenibile", numero speciale, "Le Scienze" N. 447, novembre 2005;

[5] "Terra 3.0", numero speciale, "Le Scienze" N.500, aprile 2010;

[6] "Green Computing", A. Candiello e M. Michelotto, in ICT Security, N.81, Aprile 2010, pagg.46-51;

[7] "Inquinamento e danni alla

salute. Un cambiamento è urgente nel nostro modello di vita", A. Candiello, in: N. Benatelli (a cura di), Quaderno della Consulta per la Tutela della Salute N.5/2009, "Assistenza primaria, welfare di comunità, centralità della persona. Prospettive di sviluppo dei servizi socio sanitari a Venezia", Comune di Venezia, 2009

[8] "La rinascita possibile di una Marghera impossibile. L'industria chimica, la pesante eredità ambientale, l'impegno della comunità cittadina, il quadro attuale e … quale futuro?", A. Candiello, in S. Barizza (a cura di), "Marghera 2009 dopo l'industrializzazione", Auser, 2009;

[9] "Dal ciclo del cloro allo smog. Come proteggere la salute – la mappa dell'inquinamento veneziano", A. Candiello, in N. Benatelli (a cura di), Quaderno della Consulta per la Tutela della Salute N.2/2008, "Prevenzione e tutela della salute pubblica. Racco-mandazioni ed interventi globali contro le malattie degenerative", Comune di Venezia, 2008;

[10] "La rinascita della comunità cittadina di Marghera. Il percorso di impegno civile innescato dall'emergenza chimica", di A. Candiello, in S. Barizza e L. Cesco (a cura di) "Marghera 1917-2007. Voci, suoni e luci tra case e fabbriche", Comunicare & Stampa, Marghera, 2007;

[11] "Laboratorio Marghera tra Venezia ed il Nord Est. La giurisprudenza ambientale, la partecipazione attiva dei cittadini, bonifiche e prospettive di sviluppo.", N. Benatelli, A. Candiello, G.

Favarato, Nuova Dimensione, Venezia, 2006;

[12] "Scenari – Green Economy", A. Candiello, Relazione al convegno "Diritto ed Economia Verde – Globalizzazione e prospettive territoriali: incontro con gli stakeholders per approfondire e capire", Rovigo, 15/7/2010, Villa Molin Avezzù Pignatelli;

[13] "Ambiente e Salute a Venezia, Mestre e Marghera", A. Candiello, Relazione in III Commissione Consiliare, Ca' Farsetti, Venezia, mercoledì 20 maggio 2009; serie di lezioni negli Istituti Secondari, aprile 2009;

[14] "Environment and Health: Recent Developments in Europe", A. Candiello, lezioni sul tema "Air Quality Control", Venice International University, S. Servolo, Venezia, novembre 2008, febbraio 2009;

[15] "Fare il pieno di idrogeno", S. Satyapal, J. Petrovich, G. Thomas, pp.96-103, su "Le Scienze" N. 468, Agosto 2007;

[16] "Sequestrare l'effetto serra", R.H. Socolow, in "Le Scienze", pp.70-77, N.444, Agosto 2005.