



scienza attiva®

EDIZIONE 2015/2016

AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE E SOSTENIBILITA'

***La fame di energia nella società
umana: problemi e prospettive***

Valter Maurino

***Università degli Studi di Torino,
Dipartimento di Chimica, NIS***

Documento di livello: A



Un progetto di


agorà scienza
centro interuniversitario



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO


scienza attiva®

La Fame di Energia della Società Umana. Problemi e Prospettive.

La sostenibilità a livello globale dello sviluppo della società umana è fortemente legata alla disponibilità di fonti energetiche, al loro impatto ambientale e alla loro rinnovabilità.

Il consumo totale annuo di energia nel 1998 era di circa 400 esajoules, che corrisponde a una potenza media di 12,7 TW (migliaia di miliardi di watt, l'equivalente in energia elettrica richiede 12700 centrali da 1 GWe). Stime basate sulla velocità di crescita attuale dei consumi energetici prevedono il raddoppio della domanda di energia entro il 2050, mentre nel 2100 ci si aspetta un aumento fino a 27-33 TW. L'incremento della domanda energetica sarà probabilmente maggiore alla quantità attualmente prodotta.

Circa l'80% dell'energia globalmente consumata attualmente è prodotta da combustibili fossili, con un'emissione in atmosfera di 7 miliardi di tonnellate di carbonio l'anno come anidride carbonica (CO₂), principale responsabile della possibile intensificazione dell'effetto serra. Se l'attuale distribuzione delle fonti di energia venisse mantenuta, la concentrazione di biossido di carbonio in atmosfera raggiungerebbe 700-750 parti per milione (ppmv) entro il 2050 rispetto ai 390 ppmv attuali.

Si ha un sempre maggiore consenso nell'indicare come problema più immediato di una società basata sui combustibili fossili, tipicamente non rinnovabili, non l'esaurimento degli stessi (le riserve di carbone si stima possano durare ancora 200/300 anni), ma l'impatto ambientale delle emissioni di CO₂, in particolare sul clima e sugli oceani.

L'incremento dell'effetto serra e l'innalzamento globale della temperatura media si presenterà come un problema importante nei prossimi decenni: le principali conseguenze saranno condizioni climatiche più critiche, l'innalzamento del livello del mare, il cambiamento della circolazione delle correnti marine e la variazione della distribuzione delle specie biologiche e delle condizioni ambientali. Un altro problema molto importante e potenzialmente catastrofico per le specie marine riguarda l'acidificazione degli oceani. Dalla rivoluzione industriale ad oggi gli oceani hanno assorbito circa un terzo delle emissioni antropogeniche di CO₂, mitigando quindi i possibili effetti sul clima. Questo ha comportato una diminuzione del pH degli strati superficiali da 8,2 (era preindustriale) a 8,1. Se i livelli di CO₂ raggiungeranno i 700 ppmv il pH potrebbe crollare a 7,7. I potenziali impatti riguardano soprattutto gli organismi calcificatori (cocolitofori, coralli, crostacei, molluschi, echinodermi). Si possono poi avere effetti diretti di tipo fisiologico (ad esempio ipercapnia o acidificazione dei fluidi corporei) e riproduttivo (l'acidità sembra essere un interferente endocrino per molte specie marine).

È necessario quindi che l'incremento di consumi energetici totale di 10-20 TW previsto per i prossimi decenni, sia soddisfatto attraverso fonti energetiche “*carbon neutral*” ovvero il cui bilancio di emissioni di CO₂ sia complessivamente nullo.

Sono disponibili tre opzioni:

- Combustibili fossili con geoimmagazzinamento della CO₂
- Energia nucleare (fissione e fusione)
- Fonti di energia rinnovabile

Affinchè la prima opzione sia “*carbon neutral*” è necessario geoimmagazzinare, ovvero immagazzinare in forma stabile in qualche altro comparto ambientale che non sia l'atmosfera (idrosfera, sottosuolo) le 25 Gt di CO₂ che verrebbero potenzialmente emesse ogni anno. Tipicamente, i siti di geoimmagazzinamento sono formazioni rocciose impermeabili nel sottosuolo, come miniere di gas esaurite. Le emissioni citate sono circa 600 volte maggiori rispetto all'ammontare iniettato nei pozzi di petrolio per il recupero terziario del greggio e 20000 volte maggiori della quantità attualmente immessa nel giacimento di Sleipner in Norvegia, il primo esempio di sito per il geoimmagazzinamento della CO₂.

Passando al secondo punto, è bene considerare che la produzione di 10 TW di potenza nucleare con la tecnologia disponibile per la fissione nucleare richiederebbe la costruzione di un nuovo impianto per la fissione nucleare da 1 GWe ogni 2 giorni per i prossimi 50 anni. Anche se ciò fosse possibile, le risorse terrestri di uranio attualmente conosciute e relativamente disponibili verrebbero consumate in 15 anni.

La fusione nucleare potrebbe fornire una sorgente di energia inesauribile, ma al momento non è disponibile alcuna tecnologia effettivamente utilizzabile per sfruttare l'immensa energia sprigionata dal processo di fusione nucleare, inoltre la risoluzione dei problemi legati a questo tipo di tecnologia si prospetta come una sfida difficile. In particolare ogni tentativo di confinamento magnetico dei plasmi ad alta temperatura per la fusione non ha avuto successo, perché man mano che le temperature dei plasmi stessi sono state innalzate, questi hanno mostrato proprietà fluidodinamiche imprevedibili e non usuali.

Le possibili fonti rinnovabili di tipo “*carbon neutral*” sono le seguenti:

- Energia da biomasse: si calcola che si possa ottenere una potenza di 7-10 TW se venisse utilizzato a scopo energetico l'intero territorio del pianeta destinato all'agricoltura, coltivando su di esso una coltura che cresce molto velocemente, ad esempio il Panicum Verga. Inoltre ci sono molti dubbi sulla possibilità di ottenere un bilancio energetico positivo tra l'energia fornita da carburante derivato dalla

biomassa e l'energia consumata per produrre lo stesso (tenendo conto della coltivazione, fertilizzazione, raccolta, preparazione e fermentazione della biomassa). Le biomasse rischiano di giocare un ruolo marginale e soltanto se sarà possibile produrre biocarburante di seconda generazione, ovvero da biomasse di scarto (cellulosiche) e non da biomasse pregiate che possono essere utilizzate a scopo alimentare.

- Energia eolica: secondo le stime del IPCC il vento potrebbe fornire al limite 2,1 TW nel caso in cui si saturassero con pale eoliche tutte le zone di classe 3 sulle terre emerse.
- Energia idroelettrica: potrebbe fornire circa 1,5 TW se si costruissero dighe su tutti i fiumi disponibili.
- L'energia totale ricavabile da maree e correnti oceaniche del mondo ammonterebbe a meno di 2 TW.
- Energia geotermica: l'energia totale prodotta sfruttando tutta l'area terrestre potrebbe arrivare a 12 TW, ma si deve tenere conto che solo una piccola frazione è effettivamente utilizzabile con le tecnologie attuali.
- Energia solare: il Sole è una fonte di energia gratuita e illimitata; l'energia solare sulla superficie esterna dell'atmosfera è di 170000 TW di potenza, dei quali 120000 TW raggiungono la superficie terrestre, mentre il resto è riflesso o assorbito dall'atmosfera e dalle nuvole. Analizzando lo spettro della radiazione solare si deduce che la metà di questa energia, escludendo cioè l'infrarosso, potrebbe essere convertita in forma utile. Tenendo conto della forma sferica della terra e dell'assorbimento da parte dell'atmosfera, sono comunque disponibili 12000 TW. Perciò, se si considera un'efficienza di conversione del 100%, solo lo 0,2% della superficie terrestre potrebbe fornire 24 TW di potenza. Questa area terrestre è meno del 2,6% della superficie del deserto del Sahara, o gli equivalenti 2/3 della superficie dell'Italia. La localizzazione su siti vicini ai tropici, dove l'illuminazione media è da 4 a 8 volte superiore, e un abbassamento dell'efficienza di conversione a valori più realistici del 10-25% porta circa agli stessi valori di ricoprimento di superficie terrestre.

I dati riportati suggeriscono la conversione dell'energia solare come una delle più importanti fonti energetiche per il futuro. Tuttavia lo sfruttamento diretto dell'energia solare per la produzione di energia elettrica attualmente è troppo costoso. In particolare le celle fotovoltaiche al silicio hanno un costo di 3.5\$ per W installato, dalle 5 alle 10 volte

superiore rispetto ai sistemi di produzione convenzionali. La componente maggiore del costo è dovuta al silicio ultrapuro necessario per la fabbricazione. Celle a film sottile e sensibilizzate a colorante, di seconda e terza generazione, potrebbero avere costi inferiori e rendimenti superiori, ma necessitano di ulteriori sviluppi tecnologici. Da ultimo è necessario notare che solo il 15% dell'energia consumata a livello globale è costituita da energia elettrica, per cui la produzione fotovoltaica richiede una riconversione di tutto il sistema energetico globale, l'utilizzo di sistemi di immagazzinamento di energia e/o la generazione di combustibili solari (es. la scissione fotoelettrochimica dell'acqua con produzione di idrogeno).

Si può notare che al momento non esiste una singola fonte energetica che possa soddisfare nel prossimo futuro l'incremento dei consumi energetici. E' necessario il ricorso ad una politica energetica che si basi su di miscela bilanciata delle fonti energetiche citate, in modo da non alterare gli equilibri ambientali, assicurare la rinnovabilità e la sostenibilità delle fonti e non interferire con la produzione alimentare, la quale dovrà forzatamente aumentare. Non ultimo, in questa politica energetica vi dovrà anche essere un adeguato sostegno alla ricerca, in modo da rendere le fonti energetiche rinnovabili economicamente convenienti e a basso impatto ambientale.

Bibliografia

1. World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability; United Nations, New York, 2000, (<http://www.undp.org/energy/activities/wea/draft-start.html>).
2. Basic Research Needs for Solar Energy Utilization, Report on the Basic Energy Sciences Workshop on Solar Energy Utilization, April 18-21, 2005, US Department of Energy http://www.sc.doe.gov/bes/reports/files/SEU_rpt.pdf.
3. Claudio Minero and Valter Maurino, The Solar Photocatalysis for Hydrogen Production and CO₂ Conversion In: Catalysis for Renewables; Editors: G.Centi, R. van Santen, Wiley-VCH, Chapter 16 (2007), 351-385.
4. Rivista "Le Scienze", fascicolo del giugno 2011.
5. World Energy Outlook 2010, International Energy Agency, 2010, (<http://www.iea.org/weo/>).
6. Nicola Armaroli, Vincenzo Balzani, Energia per l'astronave Terra, Zanichelli, Bologna, 2008.