



HIGHLIGHTS TECNOLOGIE INNOVATIVE

a cura di Pierfausto Seneci - Dipartimento di Chimica organica - Università di Milano

Da tempo era mia intenzione trattare un argomento di alta rilevanza scientifica ed applicativa; l'unica cosa che mi rendeva esitante era il non essere sicuro, vista la mia ignoranza di base del settore, di inquadrare l'argomento e i suoi problemi in maniera adeguata. Una recentissima sezione speciale pubblicata da *Science*, dal titolo 'Scaling up alternative energy' (*Science*, 2010, **329**, 779), me ne dà l'occasione: vorrei così riassumervi i contenuti e gli spunti forniti da quest'iniziativa editoriale, mentre nel nostro prossimo appuntamento tratteremo di articoli scientifici collegati ai sotto-settori, di seguito citati, per verificare se la ricerca avanzata e le prospettive di una sua applicazione su larga scala nel campo delle energie alternative si muovano lungo uno schema comune.



Science riporta cinque brevi *highlights*, tre recensioni brevi e una più estesa. Fra le prime il contributo più breve è il più informativo e il più preoccupante al tempo stesso: A. Cho alle pag. 786-7 riporta dati e tabelle per valutare le potenzialità di combustibili fossili, energia nucleare e energia rinnovabile nel soddisfare il bisogno energetico presente e futuro. Iniziamo da quanto presto termineranno le riserve reali (già accumulate in depositi di stoccaggio) o teoriche (presenti sulla terra) dei combustibili non rinnovabili ad oggi usati in massima parte: carbone 251-360 anni, gas 64-210 anni, petrolio 41-125 anni e nucleare-uranio 82->>300 anni; nessuna crisi vicina, se non forse per il petrolio. Proseguiamo con le quantità di energia rinnovabile disponibile sul nostro pianeta, espressa in Terawatt-TW o migliaia di miliardi di watt (!!!), dando numeri ritenuti dagli esperti sfruttabili con le tecnologie ora o a breve disponibili, e numeri teorici: biomassa 9-92, vento 20-190, idroelettrico 1,6-4,7, geotermico 3,8-42, solare >50-101.000. Se ad oggi il genere umano consuma circa 15 TW di energia in totale, sembriamo messi benissimo: pur impressionato dalle potenzialità dell'energia solare, vi ricordo che i numeri più bassi non sono l'oggi ma solo la stima ottimistica di esperti in caso di forte impulso a ricerca ed investimenti mirati a rendere una fonte di energia produttiva al massimo. Altro dato interessantissimo è la produzione di CO₂, o effetto serra, e il consumo di litri d'acqua necessario per

produrre un kilowatt-KW/ora di energia da una fonte di energia: 26≈1 solare, 21-360 biomassa, 6,7-0 vento, 8,4-5,3 geotermico, 11-17 idroelettrico, 530-1,9 carbone, 330-0,6 gas, 500-1,6 petrolio, 17-2,6 nucleare. A fronte dei noti problemi di effetto serra per i combustibili fossili, sottolineerei l'enorme consumo d'acqua per generare energia dalla biomassa e un profilo molto bilanciato in positivo per il nucleare.

R. Kerr alle pagg. 780-1 sottolinea vari inconvenienti insiti nell'utilizzo su larga scala di fonti rinnovabili: un 'impaccamento' di energia molto minore, cioè a dire che una miniera di carbone o un pozzo di petrolio producono per metro quadro da 5 a 50 volte più energia di un impianto per energia solare, da 10 a 100 più di un impianto di energia eolica, da 100 a 1.000 più di un impianto a biomassa; un utilizzo molto inferiore degli impianti, se le turbine eoliche sono ferme in media più del 65% del tempo, mentre impianti a carbone, petrolio o nucleari funzionano per più del 75% del tempo; e una distribuzione delle fonti non uniforme sul pianeta, problema in comune con i combustibili fossili ma più serio per la mancanza delle infrastrutture di stoccaggio e trasporto su scala simile a ciò che esiste per il petrolio.

A proposito di luoghi di produzione e di trasporto, D. Clery alle pagg. 782-3 descrive Desertec, un'azienda deputata a costruire impianti di produzione di energia solare ed eolica in Nord Africa per la produzione di almeno 500 Gigawatt-GW di energia elettrica, pari al 15% del fabbisogno europeo stimato nel 2050; a fronte di un grande supporto di istituzioni finanziarie e di *opinion leaders* europei esistono grossi problemi logistico-politici e tecnologici rispettivamente per assicurare sia la produzione di tali quantità d'energia, che lo sviluppo su larga scala di tecnologie di trasporto attraverso il Mediterraneo che non provochino la dispersione di più del 10-15% dell'energia durante il tragitto. Dimenticavo: i 400 miliardi stimati per il costo del progetto non sono proprio bruciolini...

R. Service descrive a pagg. 784-5 lo stato della produzione di etanolo da cellulosa come combustibile negli USA: dopo l'iniziale entusiasmo si sono presentati grandi ostacoli sia nella produzione di etanolo da fonti cellulosiche (difficoltà nella digestione dei biopolimeri come amido, lignina e cellulosa, minore conversione rispetto alla canna da zucchero in Brasile) che nella redditività del processo, visto che la quantità di etanolo ammessa nei combustibili ad oggi (10%) è già ottenibile con impianti esistenti, che il costo di un barile di etanolo da biomassa cellulosica è quasi doppio rispetto ad un barile di petrolio, e che le facilitazioni economiche per incentivarne la produzione (tasse su petrolio e altri combusti-





bili fossili, incentivi per produttori da biomassa, etc.) non sono popolari. E. Klintsch a pagg. 788-9 fornisce un quadro dei rischi ambientali insiti nell'installazione di turbine eoliche: impatto su specie aviarie, come aquile e pipistrelli uccise in gran numero dalle pale; interferenze con sistemi radar, che ne limitano la costruzione vicino ad aree di traffico aereo; forti disturbi per gli abitanti in vicinanza di esse legati al rumore generato dalle turbine. Pure questo *highlight*, seppur mostri soluzioni percorribili per gli inconvenienti citati, non incoraggia nel prefigurare un grande utilizzo di energia eolica.

Le tre recensioni brevi si occupano di biomassa. La prima (C. Somerville *et al.*, pagg. 790-2) parla di fonti di biocarburanti, della loro produttività e della loro compatibilità con altre attività necessarie al genere umano: alcuni dati mi hanno sorpreso. In primis, nel 2008 sono stati prodotti al mondo circa 87 Gigalettri-GL di biocarburante: la sola Germania consuma altrettanti litri di combustibile ogni anno, per cui la strada per fornire sufficiente biocombustibile al mondo mi sembra lunga. Il residuo lasciato dal granturco dopo la raccolta è una fonte di energia difficile da sfruttare sia per le difficoltà nella sua raccolta e lavorazione, sia per l'impoverimento di elementi nutritivi risultante nel terreno sottostante; fonti canoniche, quali la canna da zucchero, sono limitate a zone del pianeta particolari; altre fonti di biomassa più adatte a climi meno umidi, come l'agave, o meno legate all'agricoltura, come la parte ligneo-cellulosica non commestibile di piante e alberi, sono potenzialmente molto più interessanti e più sostenibili. Ho però capito che pure in questo caso la produzione di energia su scala adatta a rimpiazzare i carburanti fossili è molto lontana a venire, sia per carenze tecnologiche che logistiche. Al proposito, T. Richard a pagg. 793-6 parla delle infrastrutture necessarie per la produzione, lo stoccaggio e il trasporto di energia da biomassa ligneo-cellulosica. Sulla base del previsto raggiungimento nel 2050 di 150 Esajoule (EJ, 10^{18} J!), pari al 23% del fabbisogno energetico totale, usando biomassa in gran parte ligneo-cellulosica si calcola che si dovrebbero trattare almeno 15 miliardi di tonnellate di biomassa, corrispondenti ad un volume in miliardi di metri cubi (bcm) ancora maggiore; ad oggi le infrastrutture per il trasporto di cereali ad uso alimentare e di combustibili fossili sono strutturate su un totale di circa 14 bcm, quindi si capisce

quale aumento di scala sia necessario. Si descrivono anche modelli su piccola (energia prodotta ed utilizzata in loco per piccole aree), media (piantagioni in cui si va dalla raccolta alla produzione, diversificate a seconda della regione-clima-etc.) e grande scala, ipotizzando un mercato comune simile all'odierno per petrolio e carbone; la mia impressione, come in precedenza, è che servano passi da gigante sia nelle tecnologie da impiegare per trattare la biomassa che nelle infrastrutture per renderla disponibile dove e quando serve.

Velocemente liquido R. Wijffels e M. Barbosa, che alle pagg. 796-9 parlano di biocarburanti da microalghe: a fronte di varie caratteristiche interessanti, fra cui una produttività teorica molto alta e un basso impatto ambientale, il lavoro necessario per capire come ottenere microalghe geneticamente modificate in modo da produrre energia a sufficienza, su larga scala e in maniera economicamente produttiva è tantissimo, se perfino gli autori dicono che ci vorranno dai 10 ai 15 anni per avere una stima ragionevole delle potenzialità reali.

L'unica recensione estesa (R. Grimes e W. Nuttali, pagg. 799-803) tratta dell'argomento più controverso, cioè dell'energia nucleare. Come *disclaimer* iniziale, devo dire di sentirmi molto attratto dal nucleare e di nutrire forti dubbi sul rifiuto a priori del nucleare derivante da Three Mile Island e Chernobyl. Detto questo, vi lascio all'esame della recensione, che mi sembra porre giustamente l'attenzione su vari problemi parzialmente o totalmente irrisolti (smaltimento scorie, prevenzione incidenti, opinione pubblica, etc.) ma anche fornire possibili soluzioni tecnologiche e politiche a breve e a lungo termine, ipotizzando uno scenario pre- e post-2030. Al termine del lavoro vengono proposte sei strade per poter raggiungere l'obiettivo di una energia nucleare sostenibile: uranio non-convenzionale, torio come combustibile, reattori critici più efficienti e compatti, riciclo del combustibile nucleare, reattori operanti in condizioni sub-critiche e energia da fusione. Un'ultima osservazione comune a tutte le fonti alternative citate: nel diciannovesimo secolo, in cui le fonti combustibili precedenti (essenzialmente legno) scarseggiavano e le alternative (carbone, petrolio, gas) erano accessibili e facilmente utilizzabili, ci vollero dai 50 ai 70 anni per rendere i combustibili fossili di largo consumo. Se scienza e tecnologia hanno fatto da allora passi da gigante, anche il nostro consumo energetico, e le infrastrutture ad esso legate, sono cresciute e ancora cresceranno enormemente. Per questo le tabelle di Cho e i dati apparentemente rassicuranti sull'accessibilità di combustibili fossili, per una transizione graduale verso fonti alternative e meno inquinanti, mi sembrano meno rassicuranti... Fra quanto si lavorerà intensamente, con opportuni investimenti in ricerca e in nuove tecnologie, per implementare una nuova politica energetica? Esisterà un supporto politico e finanziario che permetta di tramutare le idee costose di oggi in tecniche e fonti sostenibili di domani? Ai posteri l'ardua sentenza... Noi il prossimo mese entreremo nella ricerca chimica legata a queste fonti. A presto!