

LA GRANDE SFIDA DELL'ENERGIA: EVITARE LA “TEMPESTA PERFETTA”*

Maurizio Fermeglia

Riassunto

Le strategie che andranno a condizionare le sorti del nostro pianeta negli anni a venire dovranno necessariamente confrontarsi con le sempre maggiori richieste di energia. Alla luce delle prospettive di crescita della popolazione mondiale e delle relative migliori condizioni di vita dovranno venir individuati i migliori criteri che possano convertire energia con il massimo rendimento unito al minimo impatto sull'ambiente; diversamente si andrebbe a compromettere l'auspicabile sviluppo economico o ancor peggio, si intaccherebbe in maniera irreversibile l'equilibrio naturale del nostro pianeta.

John Beddington nel 2009 ha posizionato la 'tempesta perfetta' dovuta a penurie alimentari, idriche ed a costi energetici per il 2030. Beddington dice che "Se non affrontiamo questo concatenarsi di cause ci possiamo aspettare grandi destabilizzazioni, con un aumento di disordini e potenzialmente notevoli ondate migratorie a livello internazionale, in fuga per evitare le carenze di cibo e di acqua". Questo scenario nasce dalla constatazione dei recenti aumenti dei prezzi degli alimenti a causa di produzione non allineata con la domanda, corredata da un trend generale di diminuzione delle riserve alimentari e dalla prospettiva di straordinarie siccità o inondazioni. "Acqua e cibo, ma anche energia. Sono tutti strettamente collegati", spiega Beddington. "Non si può pensare di trattare un fattore senza prendere in considerazione gli altri".

A causa della siccità, desertificazione e inondazioni, le regioni ad alte latitudini necessariamente dovranno diventare centri chiave per la produzione alimentare. E' necessaria una grande spinta tecnologica sostenibile per sviluppare le forniture di energie rinnovabili e aumentare i raccolti e meglio utilizzare le fonti di approvvigionamento idrico esistenti. Cosa fare quindi? Alla luce del legame che intercorre tra l'odierna recessione e la "tempesta perfetta" che ci attende nel 2020/30 è necessario e urgente investire oggi in infrastrutture e tecnologie che contribuiscano ad evitare domani danni incalcolabili. In altre parole, un massiccio recupero delle energie rinnovabili, tecnologie e comportamenti sostenibili ponendo l'accento necessariamente sull'efficienza energetica, le fonti rinnovabili, le reti energetiche intelligenti nuove soluzioni di mobilità sostenibile e così via.

Abstract

The strategies that will affect the fate of our planet in the years ahead will necessarily have to deal with an increasing demand for energy. In view of the growth of the world population and the improved living conditions that will plausibly extend to wider sections of the population, the best criteria that can convert energy with maximum efficiency combined with minimal impact on the environment will have to be identified. Otherwise the desirable economic development would be compromised or, even more, the natural balance of our planet would be irreversibly damaged.

Warning signals can be seen all over the world that announce the arrival of a perfect 'heavy' storm due to food shortage as well as water and energy costs. In 2009 John Beddington predicted the perfect storm by 2030 but recent studies anticipate that date. Beddington says that "If we do not tackle this chain of causes we can expect large destabilizations, with an increase of disorders and potentially significant internationally migratory waves, escaping to avoid shortages of food and water." This scenario is the observation of the recent increases in food prices due to production not aligned with demand, a general trend of declining food stocks and the prospect of extraordinary dryness or flooding. "Food and water, but also energy. Are all closely connected," says Beddington. "We cannot treat an issue without considering the other".

Because of dryness, desertification and floods, regions at high latitudes necessarily must become key centres for food production. We need relevant investments in sustainable technology for developing renewable energy supplies and increase crop yields and better use of existing sources of water supply.

What to do then? In the light of the links between today's recession and the "perfect storm" that awaits us in 2020/30 is necessary and urgent to invest today in infrastructure and technologies that help to avoid future invaluable damages. In other words, a massive use of renewable energy sources, sustainable technologies and behavior focusing primarily on energy efficiency, renewable energy, smart grids, new solutions for sustainable mobility and so on.

Parole chiave: Energia, Ambiente, Clima, Fonti rinnovabili, Tempesta perfetta.

Key words: Energy, Habitat, Climate, Renewables, Perfect storm.

Il testo approvato nel dicembre 2015 alla Conferenza sul clima di Parigi parte da un presupposto fondamentale: *“Il cambiamento climatico rappresenta una minaccia urgente e potenzialmente irreversibile per le società umane e per il pianeta”*. Richiede pertanto *“la massima cooperazione di tutti i paesi”* con l’obiettivo di *“accelerare la riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra”*.

L’accordo entra in vigore suscitando speranza, ma anche scetticismo: secondo l’agenzia delle Nazioni Unite per l’ambiente (UNEP), infatti, le emissioni di CO₂ dovranno essere ridotte di un ulteriore 25% rispetto a quanto previsto nella conferenza parigina. In caso contrario gli obiettivi prefissati per il riscaldamento globale, che dovrebbe essere contenuto entro i due gradi per la fine del secolo, non saranno mai raggiunti.

Recentemente, a novembre 2016, si è tenuta la Conferenza ONU sul clima di Marrakech, la COP22, la prima Conferenza dopo lo storico accordo del dicembre scorso in cui si doveva cominciare ad attuare questo accordo. Ma più che provvedimenti concreti, ha finito per fissare le procedure e il piano di lavoro per definirli. Il regolamento da approvare entro il 2018 dovrà stabilire in quale modo i paesi monitoreranno i loro impegni per il taglio dei gas serra (Nationally Determined Contributions), presi a Parigi l’anno scorso. Il testo finale ha anche richiesto agli Stati ricchi di continuare a lavorare per istituire entro il 2020 il Green Climate Fund.

Il rapporto dell’Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (1) elaborato nel 2014 da 309 scienziati sotto l’egida delle Nazioni Unite parla chiaro: l’uomo è responsabile dei cambiamenti climatici con una probabilità del 95% ed indica le sue cause principali nella deforestazione e nella combustione di combustibili fossili causate dall’attività umana. Anche in questo caso, alla presentazione del rapporto, il segretario generale delle Nazioni Unite rilancia l’allarme sulle conseguenze dei cambiamenti climatici e soprattutto sottolinea l’attuale impreparazione a fronteggiare le minacce alla vita e alla salute. E pone fortemente l’attenzione sul problema della produzione sostenibile di energia. Infatti, alla luce delle prospettive di crescita della popolazione mondiale e delle relative migliori condizioni di vita che si estenderanno plausibilmente a strati sempre più ampi di popolazione, dovranno venir individuati i migliori criteri che possano convertire energia con il massimo rendimento unito al minimo impatto sull’ambiente; diversamente si andrebbe a compromettere l’auspicabile sviluppo economico o ancor peggio, si intaccherebbe in maniera irreversibile l’equilibrio naturale del nostro pianeta.

Era il 2009 quando John Beddington, consulente scientifico del governo inglese, per primo parlò della

‘tempesta perfetta di eventi globali’ posizionando questo evento temporalmente nel 2030.

Beddington disse che *“Se non affrontiamo questo concatenarsi di cause ci possiamo aspettare grandi destabilizzazioni, con un aumento di disordini e potenziali notevoli ondate migratorie a livello internazionale, in fuga per evitare le carenze di cibo e di acqua”*. Questo scenario nasce dalla constatazione dei recenti aumenti dei prezzi degli alimenti a causa di produzione non allineata con la domanda, corredata da un trend generale di diminuzione delle riserve alimentari e dalla prospettiva di straordinarie siccità o inondazioni. *“Acqua e cibo, ma anche energia. Sono tutti strettamente collegati”*, spiega Beddington. *“Non si può pensare di trattare un fattore senza prendere in considerazione gli altri”*.

Il punto di partenza del ragionamento di John Beddington è l’aumento della popolazione mondiale (previsti 8.3 miliardi nel 2030) che inevitabilmente si rifletterà in una maggiore richiesta di cibo (aumento del 50% rispetto all’attuale), ma non supportata da una adeguata produzione. Analogamente la richiesta di energia si prevede aumenterà, nel 2030, del 60% ancora con una produzione non adeguata, mentre la domanda globale di acqua potabile aumenterà del 30% (50% in paesi in via di sviluppo e 20% nei paesi sviluppati). A causa del cambiamento climatico, entro il 2030, quasi la metà della popolazione mondiale vivrà in aree ad alto stress idrico, tra cui l’Africa che conterà tra 75 e 250 milioni di persone sottoposte a tale pressione.

Il consumo di energia in particolare è aumentato notevolmente negli ultimi decenni. Nel 1912 il pianeta consumava (e quindi produceva) circa 1 TW di energia, nel 2008 il consumo saliva a 16 TW, per arrivare nel 2012 a 18 TW. Le previsioni, ottimistiche, per il 2030 sono di 23 TW e per il 2050 di 32 TW. Il quadro energetico a livello mondiale (figura 1) mostra chiaramente come la maggior parte delle fonti di energia siano fonti fossili, sia nei dati storici che nelle previsioni al 2025 ed al 2040 (2). Da qui al 2040 il fabbisogno energetico mondiale aumenterà e tale incremento si registrerà principalmente nei paesi emergenti (Cina ed India su tutti) nonché nei Paesi in via di sviluppo quale conseguenza dell’incremento demografico, dell’impulso economico, dell’aumento di industrializzazione, di urbanizzazione e quindi del benessere. Nei Paesi non OCSE, invece, si prevede, entro il 2040, una leggera recessione a patto di incrementare l’efficienza energetica (grazie per esempio alla produzione di autovetture a consumo ridotto di carburante ed a motore elettrico).

Purtroppo l’utilizzo dei combustibili fossili non sembra voler diminuire drasticamente. Stime recenti, pur nella loro incertezza indicano che l’impiego

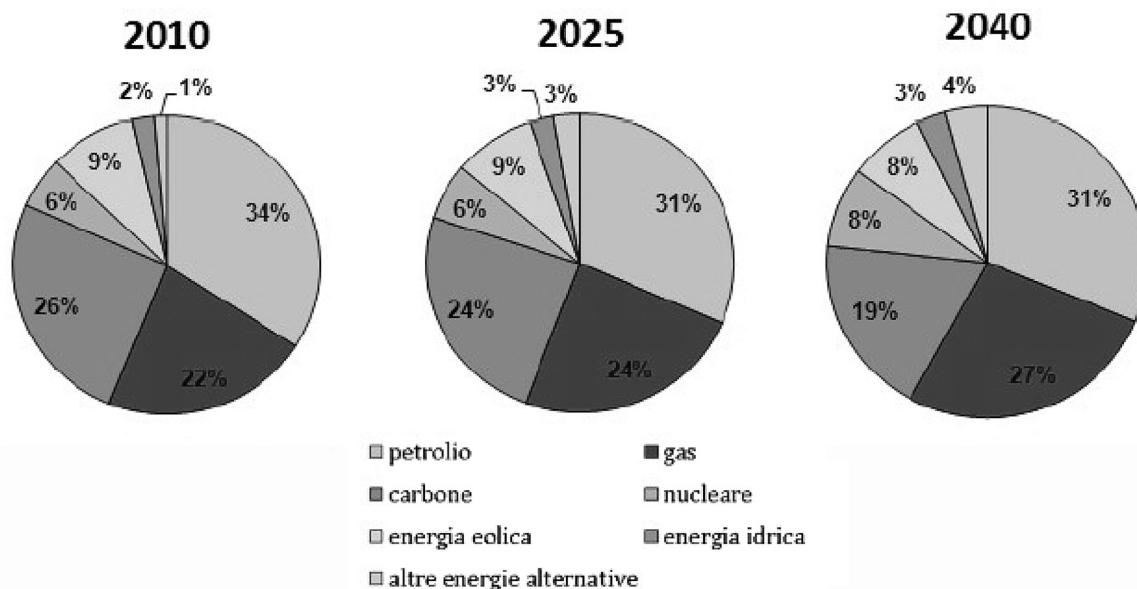


Fig. 1. Quadro energetico a livello mondiale: i dati si riferiscono al fabbisogno energetico primario (2).

di petrolio, gas naturale e carbone passerà dall'82% nell'anno 2010 al 79% nel 2025 e al 77% nel 2040 e tali combustibili continueranno a coprire più di un terzo del fabbisogno mondiale. Se nel 2010 la quota di gas metano si attestava al 22%, nel 2025 si attesterà al 24% e nel 2040 al 27%; la quota del carbone che nel 2010 era del 26%, nel 2040 calerà al 19%; la quota percentuale del petrolio che nel 2010 era del 34, nel 2025 e nel 2040 sarà del 31. Il petrolio continuerà, comunque, a essere la fonte energetica principale in tutto il mondo. Sembra quindi che il mondo sia destinato ad utilizzare combustibili fossili nei prossimi anni e anche se le energie alternative (escluse energia idroelettrica e biomassa) aumenteranno in maniera consistente purtroppo nel 2040 rappresenteranno solo un modesto 4% del quadro energetico mondiale.

Pur nella consapevolezza che il problema dell'energia è globale e va affrontato in ambito mondiale, vale la pena analizzare la situazione italiana, che risulta particolarmente incoraggiante. Nel mese di giugno 2016 si è toccato un traguardo simbolico: la produzione mensile di elettricità è stata coperta per il 50,5% da fonti di energia rinnovabile. Era dagli anni Sessanta che non accadeva, ma rispetto ad allora il quadro è radicalmente cambiato: all'epoca era l'idroelettrico a farla da padrone e la produzione annua totale di energia elettrica era circa un terzo di quella attuale. Nei primi sei mesi del 2016, l'idroelettrico ha rappresentato il 39% della produzione rinnovabile, seguito da fotovoltaico (21%), eolico (19%), biomasse (16%) e il 5% da geotermia. Anche nel 2015 le fonti rinnovabili

hanno rappresentato il 39,8% della produzione, dato in linea con i primi sei mesi del 2016. In particolare la potenza installata degli impianti fotovoltaici è passata dai 18.6 GW del 2014 ai 18.9 GW del 2015, crescita meno rilevante rispetto agli anni 2010/13 quando lo sviluppo era sostenuto dal Conto Energia. Ma a fronte di questa situazione favorevole, va segnalato che anche nel 2015 l'Italia è risultato il primo Paese al mondo per importazione netta di energia elettrica, l'80% circa della quale proviene da Svizzera e Francia: di questo 80%, il 40% di parte "svizzera" e l'87% di parte "francese" è di origine nucleare: quindi, l'Italia importa energia nucleare per una percentuale compresa tra il 6 e il 7% del proprio fabbisogno.

La citazione del consumo energetico nel 1912 equivalente ad un TWh non è stata fatta solo per avere un valore facile da memorizzare. In quegli anni Giacomo Ciamician, chimico triestino docente all'Università di Bologna vissuto tra la fine del 1800 e l'inizio del 1900, conduceva pionieristici studi sulla composizione degli olii essenziali di varie piante, sull'azione chimica della luce (questi ultimi realizzati tra il 1900 e il 1915 e sintetizzati in 40 note e 9 memorie) e sulla funzione e trasformazione delle sostanze contenute nelle piante, molti condotti in collaborazione con Paolo Silber, che lo portano a diventare "il profeta dell'energia solare" e l'autentico fondatore di una nuova disciplina: la fotochimica.

Ma Ciamician non si limita a questo: propone un traguardo culturale alla società del futuro: impariamo a imitare la natura e "a fare come le piante", piuttosto

che fare concorrenza alle piante con l'industria chimica fondata "sul catrame".

Da questo punto di vista profetica è, appunto, la relazione "La fotochimica dell'avvenire"(3) che si tiene l'11 settembre 1912 a New York nel corso dell'VIII Congresso Internazionale di Chimica Applicata e il cui testo viene pubblicato a stretto giro (il 27 settembre) sulla rivista Science.

Dice Ciamician: "La civiltà moderna è figlia del carbon fossile: questo offre all'umanità l'energia solare nella forma più concentrata, accumulata nel tempo d'una lunga serie di secoli. L'uomo moderno se ne serve con crescente avidità e spensierata prodigalità per la conquista del mondo. Come il mitico oro del Reno, il carbon fossile è per ora la sorgente precipua di forza e di ricchezza. La terra ne possiede ancora enormi giacimenti: ma essi non sono inesauribili. Bisogna pensare all'avvenire e sorge allora una domanda: l'energia solare fossile è la sola che possa essere usata nella vita e nella civiltà moderna?".

Se alla parola "carbone", che era a quel tempo praticamente l'unica fonte di energia, sostituiamo "combustibili fossili", il ragionamento di Ciamician è del tutto attuale.

Nella parte finale del suo discorso Ciamician affronta poi il punto cruciale del problema energetico, chiedendosi: "... se non vi sia modo di gareggiare con i processi fotochimici dei vegetali ... In altre parole, se sia possibile fissare con opportune reazioni fotochimiche l'energia solare utilizzando acqua o anidride carbonica". Pensa cioè che sia possibile sviluppare un processo di fotosintesi artificiale, che è uno degli obiettivi più importati perseguiti dalla scienza mo-

derna: "Le regioni desertiche, dove le condizioni del clima e del suolo vietano ogni cultura, sarà la fotochimica artificiale che le metterà in valore. Sull'arido suolo sorgeranno colonie industriali senza fuliggine e senza camini: selve di tubi di vetro e serre di ogni dimensione – camere di vetro – s'innalzeranno al sole ed in questi apparecchi trasparenti si compiranno quei processi fotochimici di cui fino allora le piante avevano il segreto ed il privilegio, ma che l'industria umana avrà saputo carpire: essa saprà farli ben altrimenti fruttare, perché la natura non ha fretta mentre l'umanità è frettolosa".

La conferenza si conclude con una visione del futuro energetico dell'umanità su cui dovremmo tutti riflettere: "E se giungerà in un lontano avvenire il momento in cui il carbone fossile sarà esaurito, non per questo la civiltà avrà fine: ché la vita e la civiltà dureranno finché splende il sole! E se alla civiltà del carbone, nera e nervosa dell'epoca nostra dovesse far seguito una civiltà più tranquilla basata sull'uso della energia solare non sarebbe male per il progresso e la felicità umana".

Luigi Giacomo Ciamician muore nel 1922. Nel 1912 il consumo di energia a livello mondiale era di 1 TWh/anno, ma già Giacomo Ciamician aveva intravisto la non sostenibilità della situazione e, più importante, aveva indicato la via. Un pioniere. Un profeta.

Ma il vero problema nell'uso delle fonti fossili per la produzione di energia? È lo stretto legame tra la produzione di CO₂ ed i cambiamenti climatici.

Il sito web it.co2.earth riporta la concentrazione di CO₂ aggiornandola frequentemente. La figura 2 riporta la rilevazione di dicembre 2016, in cui è evidente il

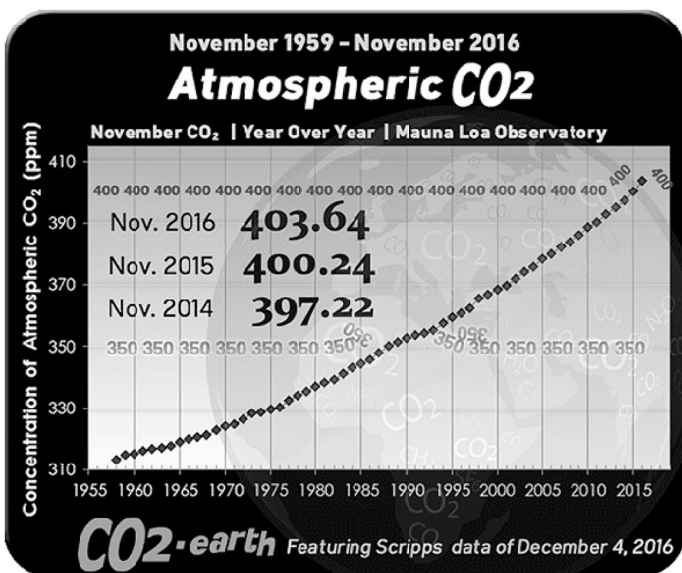


Fig. 2. Concentrazione di CO₂ nell'atmosfera misurata presso l'osservatorio di Mauna Loa (4).

superamento delle 400 parti per milione di concentrazione di CO₂ come rilevato dall'osservatorio di Mauna Loa (4).

Le emissioni di CO₂ aumentano di circa il 4% all'anno ed i maggiori responsabili di tali emissioni sono le fonti fossili di energia: combustibili liquidi e solidi per il 76.7%, quelli gassosi per 19.2%. Al terzo posto la fabbricazione del cemento con il 3.8%.

Come dettagliatamente documentato dall'IPCC nel suo rapporto sullo stato dell'ambiente (1), esiste una diretta correlazione tra l'aumento della temperatura media del pianeta (ed altri fenomeni ad esso correlati) con l'aumento della concentrazione dei gas serra e quindi con le attività umane. La terra ha un equilibrio climatico molto delicato e garantito dalle enormi masse oceaniche, ma basta un piccolo cambiamento di temperatura di queste masse fluide per generare effetti devastanti. Scioglimento dei ghiacciai, intensificazione del ciclo idrologico e sconvolgimento delle precipitazioni, aumento del livello del mare, modifica della produttività delle piante, sconvolgimento della distribuzione delle specie vegetali ed animali sono tutti fenomeni ascrivibili all'aumento di temperatura e quindi all'utilizzo di fonti fossili per la produzione di energia.

A causa della siccità, desertificazione e inondazioni, le regioni ad alte latitudini necessariamente dovranno diventare centri chiave per la produzione alimentare. Altre nazioni più tradizionalmente legate all'allevamento dovranno spostare la propria produzione alimentare e sviluppare avanzati pesticidi o coltivare specie più ardite per incrementare le rese.

Il tema di quale fonte energetica usare diventa quindi cruciale per tentare di limitare i danni che l'approvvigionamento di energia possono arrecare all'ambiente. Nell'identificare la fonte di energia migliore il ragionamento non deve essere basato solamente su considerazioni di tipo economico, in quanto fuorvianti rispetto al tema principale della questione ossia l'efficienza del processo di produzione e consumo di energia. Un concetto fondamentale da tenere ben presente è infatti il ritorno di investimento energetico, il cosiddetto EROEI (acronimo inglese che sta per Energy Returned On Energy Invested) ovvero l'energia ricavata da un processo di produzione energetico rapportata all'energia consumata nel processo stesso. Si tratta di un coefficiente che, riferito a una data fonte di energia, ne indica la sua convenienza in termini di resa energetica, non di resa economica.

Matematicamente l'EROEI è il rapporto tra l'energia ricavata e tutta l'energia spesa per arrivare al suo ottenimento. Fonti energetiche che presentano un EROEI minore di 1 non possono essere considerate fonti di energia poiché per il loro sfruttamento si

spende più energia di quanta se ne ricavi. L'EROEI si rivela quindi un parametro fondamentale per valutare, comparare e operare scelte strategiche di approvvigionamento fra le diverse fonti energetiche.

La seguente tabella (5) riporta una panoramica di valori di EROEI per alcuni comuni processi di produzione di energia da fonti rinnovabili e non, dove risulta evidente che in alcuni casi il bassissimo valore di EROEI sconsiglia l'utilizzo di quel processo dal punto di vista prettamente energetico per evidente bassa redditività energetica. Si può osservare che le grandi centrali idroelettriche hanno valori fra 50 e 250, mentre il nucleare oscilla tra i 5 e i 15 a seconda del metodo di arricchimento del combustibile. Il fotovoltaico di ultima generazione ormai varierebbe dagli 8 ai 12 mentre l'eolico sarebbe nella forchetta 5-80 e il carbone in quella 2-17.

Tecnologia di produzione energetica	EROEI
Grande idroelettrico	50-250
Mini-idro	30-270
Petrolio anni d'oro	50-100
Petrolio oggi	5-15
Eolico	5-80
Nucleare	5-15
Fotovoltaico a film sottile	25-80
Fotovoltaico convenzionale al silicio	8-12
Carbone	2-17
Gas naturale	5-16
Biomassa	4-9
Etanolo	1,2
Sabbie bituminose	< 1
Shale oil	1,5

Tra le tecniche più moderne per l'estrazione di prodotti petroliferi (petrolio e gas) è molto utilizzata la tecnica della fratturazione idraulica (hydraulicfracturing - fracking). L'utilizzo di questa tecnica è un esempio tipico della sottovalutazione delle indicazioni che provengono dai calcoli di ritorno di EROEI. Come riportato in tabella, i valori molto prossimi all'unità dell'EROEI del processo di fracking, testimoniano in modo evidente che il processo risulta conveniente solo se il prezzo del barile di petrolio sul mercato internazionale è elevato.

È vero che lo shale gas e lo shale oil hanno permesso agli Stati Uniti di rendersi autonomi nei confronti dei paesi produttori di petrolio, ma è anche vero che il processo di fracking risulta conveniente solo se il

prezzo del petrolio è superiore ai 65 dollari al barile. Sotto questa soglia, non c'è più margine per una estrazione competitiva. Al momento attuale (dicembre 2016) il greggio è quotato a 55 dollari al barile con una tendenza al ribasso che probabilmente durerà per un altro semestre.

Come se tutto questo non bastasse, il prezzo ambientale pagato per ottenere combustibili tramite fracking è molto alto. L'opinione di alcuni è che si tratti di un vero disastro ecologico: in alcune aree degli Stati Uniti la contaminazione della falda idrica a causa della enorme quantità di acqua e sabbia mista a tensioattivi ed altre sostanze chimiche inquinanti iniettata ad una profondità variabile nel sottosuolo, è un dato di fatto. Si pensi, a riguardo, che la portata di fluido che viene pompato nel sottosuolo per singolo pozzo è di circa 16.000 litri al minuto. Infine, studi recenti hanno messo in evidenza una possibile relazione tra il processo di fracking e l'insorgere di fenomeni sismici nella zona del processo.

Ma anche se questi processi innovativi fossero energeticamente convenienti, in ogni caso si andrebbe nella direzione opposta rispetto alle indicazioni dell'IPCC a ridurre le emissioni di CO₂: ci troveremo sempre nella situazione di una reazione chimica che trasforma una mole di carbonio (nel petrolio o nel gas naturale) in una mole di CO₂.

Cosa possiamo quindi aspettarci dal futuro e che tipo di azioni possiamo auspicare. È necessaria una grande spinta tecnologica per sviluppare nuove tecniche e nuovi processi per la produzione di energia da fonti rinnovabili ed in particolare dal sole, seguendo la strada che più di un secolo fa è stata indicata da Giacomo Ciamician. Le nanotecnologie possono aiutare a risolvere il problema, attraverso lo sviluppo di catalizzatori nano strutturati per la fotosintesi e per la progettazione di dispositivi fotovoltaici. L'energia solare potrebbe allora essere direttamente usata per scindere l'acqua nei suoi elementi (idrogeno e ossigeno), e l'idrogeno prodotto, che diventerebbe il carrier energetico perfetto, alimentato in una cella a combustibile, restituirebbe con una alta efficienza l'energia elettrica. Si tratta di tecnologie ben mature che possono essere utilizzate in diversi settori.

Più recentemente, si ritiene che John Beddington avesse avuto perfettamente ragione nel merito della sua previsione, ma ha sbagliato la tempistica. Questa "tempesta perfetta" è più vicina al 2020 che al 2030. La popolazione non sembra notare che le cause del collasso economico sono esattamente le stesse di quelle che stanno alla base dell'odierna crisi ecologica ed in particolare funzionano proprio da acceleratore del cambiamento climatico. Adair Turner nella sua prima relazione come presidente del Financial Services Au-

thority (FSA) dimostra che il neoliberalismo con tutte le sue cause ed effetti di deregolamentazione ha prodotto danni incalcolabili per il mercato finanziario. Ma bisogna capire che lo stesso fervore nella deregolamentazione ha causato gli stessi danni incalcolabili per l'ambiente naturale in tutto il mondo, negli ultimi 20 anni o anche più.

Cosa fare quindi? Alla luce del legame che intercorre tra l'odierna recessione e la "tempesta perfetta" che ci attende nel 2020/30 è necessario e urgente investire oggi in infrastrutture e tecnologie che contribuiscano ad evitare domani danni incalcolabili. In altre parole, un massiccio recupero delle energie rinnovabili, tecnologie e comportamenti sostenibili ponendo l'accento necessariamente sull'efficienza energetica, le fonti rinnovabili, le reti energetiche intelligenti (le famose Smart Grid), nuove soluzioni di mobilità sostenibile e così via.

Ed il tempo di agire è subito, perché, come diceva Don Huberts, "*Così come l'età della pietra non è finita perché abbiamo esaurito le pietre, l'età del petrolio non finirà perché avremo esaurito il petrolio*".

Bibliografia

1. IPCC Report on Climate change 2014, http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_SPMcorr1.pdf.
2. Exxon Mobile Energy Outlook: The Outlook for Energy: A View to 2040 <http://corporate.exxonmobil.com/en/energy/energy-outlook>.
3. Giacomo Ciamician, The Photochemistry of the Future, Science, 1912, Vol. 36 no. 926 pp. 385-394.
4. U.S. Department of Commerce, Trends in Atmospheric Carbon Dioxide in Manua Loa, <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>.
5. Dave Elliot 'A Sustainable Future? The limits to Renewables', 2003, Dublin, Ireland: Feasta; The World Nuclear Association, 2011 - <http://www.world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/energy-analysis-of-power-systems.aspx>; Environ. Sci. Tech. 2013, 47, 5459.

Note

* Testo estratto da più interventi che si sono tenuti durante il 2016 presso il SIER (Udine), la scuola Ciamician sull'Energia (Sexten), il 18 simposio internazionale sulla geodinamica e maree terrestri (Trieste), il convegno su geotermia e idrotermia per il riscaldamento e il raffrescamento (Grado), la Zanolin Foundation (Pordenone).

MAURIZIO FERMEGLIA

Maurizio Fermeglia is full professor at the Department of Engineering and Architecture of the University of Trieste, where he holds the course in Chemical and Biochemical Reaction Engineering and Process and Product design. From 2006 to 2012 he was the head of the Department of Industrial Engineering & Information Technology, from 2010 to 2012 he served as president of the Research bo-

ard of the University of Trieste. He was the director of the Ph.D. School of Nanotechnology at the University of Trieste from 2007 to 2013. From 2013, he is the Rector of the University of Trieste.

Professor Fermeglia research interests are focused: on multiscale modeling for materials design and life science, applied thermodynamics, process simulation, molecular modeling for nanotechnology and nanomedicine.

Maurizio Fermeglia is member of the EFCE working party on thermodynamics and transport properties, IUPAC fellows, member of the AIChE, member of Italian associations GRICU and AIDIC. He received the Italy meets AsiaScience Award in 2015. He was scientific consultant of ICS - UNIDO within the Subprogram 'Process Simulation and sustainable development' from 1999 to 2011 and of UNEP for the implementation of PRTR in different countries from 2005 to 2013.

MAURIZIO FERMEGLIA

Maurizio Fermeglia è professore ordinario presso il Dipartimento di Ingegneria ed Architettura dell'Università di Trieste, dove tiene i

corsi di Reattori Chimici e Biochimici e Progettazione di Processo e di Prodotto. Dal 2006 al 2012 è stato direttore del Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, dal 2010 al 2012 è stato presidente del Consiglio delle Strutture Scientifiche dell'Università di Trieste. È stato direttore della Scuola di Dottorato in Nanotecnologie dell'Università di Trieste dal 2007 al 2013. Dal 2013, è Rettore dell'Università di Trieste.

La ricerca del prof. Fermeglia si focalizza principalmente sulla modellistica multi scala per la progettazione nel campo dei materiali e delle scienze della vita, termodinamica applicate, simulazione di processo, modellistica molecolare in nanotecnologie e nanomedicina. Ha ricevuto nel 2015 il 'Italymeets Asia Science Award'. È stato consulente dell'ICS - UNIDO nel sottoprogramma 'Simulazione di processo e sviluppo industriale sostenibile dal 1999 al 2011 e dell'UNEP per l'implementazione del PRTR in diversi paesi al 2005 to 2013.

Contatti: Università di Trieste, Piazzale Europa 1, 34127 Trieste
Email: maurio.fermeglia@units.it.