

## ENERGIA: RISORSE, OFFERTA, DOMANDA, LIMITI MATERIALI E CONFINI PLANETARI

Vincenzo Balzani<sup>a</sup> - Margherita Venturi<sup>a</sup> - Nicola Armaroli<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Dipartimento di Chimica "G. Ciamician"

Università di Bologna

<sup>b</sup>Istituto ISOF-CNR, Bologna

[vincenzo.balzani@unibo.it](mailto:vincenzo.balzani@unibo.it)

[margherita.venturi@unibo.it](mailto:margherita.venturi@unibo.it)

[nicola.armaroli@isof.cnr.it](mailto:nicola.armaroli@isof.cnr.it)

*Per salvaguardare il pianeta e ridurre la dipendenza energetica dell'Italia è necessario uscire dall'era dei combustibili fossili e sviluppare le energie rinnovabili. Nessuna fonte di energia, però, può far fronte a una crescita illimitata della richiesta. Ne deriva la necessità di ridurre i consumi mediante un aumento di efficienza e una cultura del risparmio, particolarmente nei Paesi sviluppati*



### Energy: resources, supply, demand, material limits and planetary boundaries

To save our planet and, at the same time, to decrease the energy dependence of Italy from other countries, we need to phase out fossil fuels and develop renewable energies. No energy source, however, can cope with an endless energy demand. It is therefore necessary to increase energy efficiency and to develop a culture based on energy saving, particularly in the developed countries.

### Premessa

L'energia è la risorsa più importante per l'umanità. Per questo motivo, città, regioni, nazioni e comunità di nazioni come l'Unione Europea cercano di dotarsi di strategie che possano garantire la disponibilità di energia nei prossimi decenni nel rispetto della sostenibilità ambientale.

Nel disegnare una strategia energetica capace di salvaguardare il pianeta ed i suoi abitanti non si può prescindere dai seguenti punti<sup>1,2</sup>:

- 1) la fine dell'era dei combustibili fossili è inevitabile<sup>3</sup> e ridurre l'uso dei combustibili fossili è urgente per limitare l'inquinamento<sup>4</sup> e, ancor più, per contenere cambiamenti climatici che potrebbero avere conseguenze catastrofiche<sup>5</sup>;
- 2) è necessario promuovere, mediante scelte politiche appropriate, fonti energetiche alternative che siano, per quanto possibile, abbondanti, inesauribili, distribuite su tutto il pianeta, non pericolose per l'uomo e per l'ambiente, capaci di sostenere il benessere economico, di colmare le disuguaglianze e di favorire la pace.

Allo stato attuale, le possibili fonti di energia alternative ai combustibili fossili sono l'energia nucleare<sup>1,2,6</sup> e le energie rinnovabili<sup>1,2,7</sup>.

Come discusso nella prossima sezione, l'energia nucleare non ha i requisiti sopra indicati. Quindi, la transizione energetica che è già in atto riguarda il progressivo passaggio dall'uso dei combustibili fossili a quello delle energie rinnovabili<sup>8</sup>.

### Perché il nucleare non è la soluzione

Lo sviluppo dell'energia nucleare per scopi pacifici, in teoria molto attraente, ha incontrato e continua a incontrare gravi difficoltà di ordine economico, tecnico, sociale e politico. Dopo aver raggiunto un culmine di 634,9 Mtep (tep = tonnellate equivalenti di petrolio) nel 2006, il consumo di energia nucleare è diminuito a 563,2 Mtep nel 2013<sup>9</sup> e non c'è evidenza di un'inversione di tendenza.

Il motivo principale che negli ultimi due decenni ha fermato lo sviluppo del nucleare è di natura economica, poiché la costruzione di centrali nucleari richiede forti investimenti di lungo periodo il cui esito presenta notevoli margini di incertezza. Al problema degli investimenti si somma la preoccupazione per la sicurezza delle centrali. Sebbene gli impianti più recenti presentino standard di sicurezza elevati, in strutture così complesse non è mai possibile escludere che avvengano incidenti catastrofici, come quello sfiorato nel 1979 a Three Mile Island per difetti tecnici e i due gravissimi accaduti nel 1986 a Chernobyl, per errori umani, e nel 2011 a Fukushima, a seguito di un evento catastrofico naturale.

L'Italia ha rinunciato definitivamente al nucleare con il referendum del 2011. Non è stato, come alcuni ancora sostengono, un treno perso, ma una scelta saggia e lungimirante, sia per ragioni economiche e di sicurezza, sia per la sostanziale impossibilità di reperire siti idonei per le centrali e i depositi di scorie radioattive in un territorio sismico e ad alta densità di popolazione come il nostro. Inoltre, l'Italia non possiede né miniere di uranio né la complessa filiera tecnologica che consente di produrre l'uranio arricchito utilizzato per alimentare i reattori. Di fatto, il nucleare non avrebbe in alcun modo contribuito alla nostra indipendenza energetica. La decisione italiana, d'altra parte, è in linea con quelle di altre nazioni che hanno deciso di uscire gradualmente dal nucleare (Germania, Svizzera) o di ridurre la produzione (Giappone, Spagna) e tiene conto delle gravi difficoltà che incontra la costruzione di nuove centrali negli USA e in Francia, dove la discussione non è più focalizzata sulla costruzione di nuovi impianti, ma sullo smantellamento di quelli a fine vita<sup>10</sup>. Uno dei problemi più importanti è come, dove e quando collocare al sicuro per migliaia di anni, in siti sotterranei non ancora individuati, il combustibile esausto accumulato temporaneamente in piscine o piazzali accanto ai reattori<sup>11</sup>.

Oggi il nucleare si sviluppa quasi esclusivamente in Paesi, quali Cina, Russia e Iran, che presentano un basso livello di democrazia, un legame molto forte fra l'industria nucleare e il settore militare e dove vige un'economia fortemente pianificata per cui lo Stato si fa carico di tutti i rischi e di tutti i costi. Nei Paesi occidentali, invece, il settore elettrico è liberalizzato e governato dalle leggi del mercato.

### Limiti materiali e confini planetari

La transizione dall'era dei combustibili fossili a quella delle energie rinnovabili, ormai iniziata<sup>1</sup>, non è però un'impresa semplice: richiederà diversi decenni per ragioni tecniche ed economiche e sarà fortemente ostacolata, come sempre accade nelle grandi transizioni tecnologiche, perché intacca interessi consolidati. C'è inoltre un altro punto da tener presente, che è spesso trascurato nella formulazione delle strategie energetiche: il pianeta Terra è uno spazio limitato e l'equilibrio biogeochimico nel quale abbiamo sviluppato la civiltà umana, richiede precise condizioni. Il crescente utilizzo delle risorse della Terra da parte dell'uomo, causato dall'aumento della popolazione e dalle accresciute esigenze di ogni individuo, deve confrontarsi da un lato con *limiti materiali* invalicabili, come il progressivo esaurimento dei combustibili fossili (Fig. 1)<sup>12</sup> e, dall'altro, con la necessità di non valicare determinati *confini planetari*, oltre i quali la biosfera non sarà più in grado di sostenere la civiltà umana. I nove confini planetari<sup>13,14</sup> sono rappresentati schematicamente nella Fig. 2.

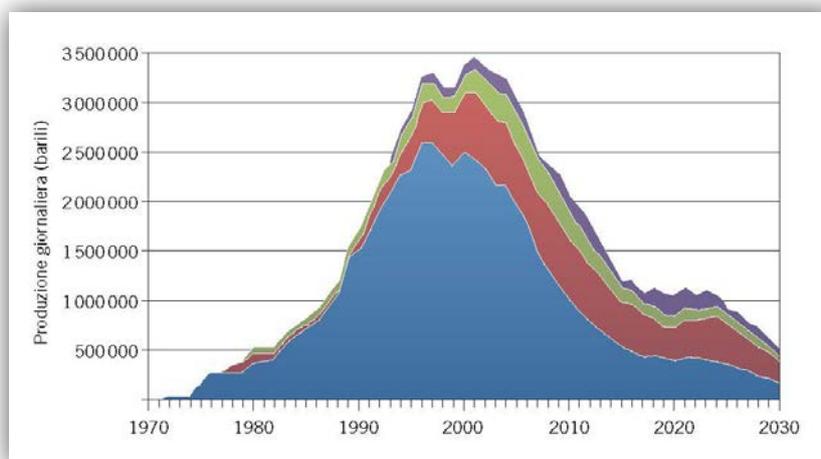


Fig. 1

Produzione petrolifera in Norvegia fino al 2030<sup>12</sup>. Si noti che il picco di estrazione è stato superato da oltre un decennio. Blu e rosso: giacimenti di petrolio giganti e piccoli, rispettivamente. Verde: idrocarburi liquidi condensati da gas naturale. Viola: altri condensati

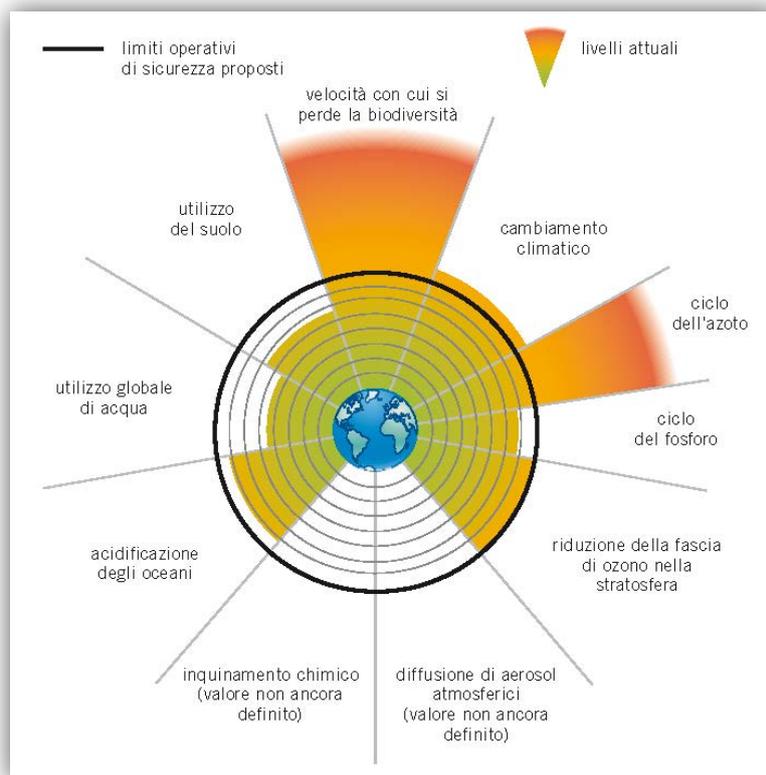


Fig. 2

*I nove confini planetari individuati dagli scienziati<sup>13</sup>: il cambiamento climatico, l'acidificazione degli oceani, la riduzione della fascia di ozono nella stratosfera, la modificazione del ciclo biogeochimico dell'azoto e del fosforo, l'utilizzo globale di acqua, i cambiamenti nell'utilizzo del suolo, la perdita di biodiversità, la diffusione di aerosol atmosferici e l'inquinamento dovuto ai prodotti chimici immessi nell'ambiente dall'uomo. Per proteggere i confini planetari, gli scienziati stanno studiando opportuni progetti aventi la funzione di guard-rail<sup>14</sup>*

La presa d'atto dei limiti materiali e dei confini planetari è parte integrante di ogni strategia energetica scientificamente fondata. Per capire questi due problemi e trovare adeguate soluzioni è però necessario un cambiamento culturale molto profondo poiché dobbiamo accettare verità scomode e agire entro lo spazio fisico della sostenibilità<sup>1,2</sup>.

## Domanda ed offerta di energia

L'aumento della popolazione della Terra e delle esigenze di ogni individuo causano un costante aumento della domanda di energia. Fino ai giorni nostri, all'aumento della domanda si è sempre risposto con un aumento dell'offerta. Nel 1950, i 2,3 miliardi di persone che popolavano il Pianeta consumavano 2,8 TW di potenza, pari a 1,2 TW per miliardo di persone<sup>15</sup>; nel 2012, la popolazione ha raggiunto i 7 miliardi con un consumo primario di circa 16 TW<sup>9</sup>, pari a 2,3 TW per miliardo di persone. Continuando di questo passo, le proiezioni indicano che nel 2050 il consumo dovrebbe raggiungere approssimativamente i 3 TW per miliardo di persone e, quindi, che il consumo totale dei circa 9 miliardi di persone che saranno presenti sulla Terra in quell'anno ammonterebbe a circa 27 TW di potenza<sup>1</sup>. Questa estrapolazione è in accordo con le previsioni dell'International Energy Outlook 2013<sup>16</sup>, che stima un aumento del 56% nei consumi energetici mondiali dal 2010 al 2040 e, sostanzialmente, anche con quelle dell'Energy Outlook BP 2035<sup>17</sup>.

Se l'aumento di domanda seguisse un tale andamento, partendo dalla potenza attuale pari a 16 TW, entro il 2050 dovremmo procurarci altri 11 TW per raggiungere i 27 TW previsti. Per renderci conto del significato di questa proiezione, consideriamo che 11 TW corrispondono a 11.000 centrali da 1.000 MW ciascuna. Quindi, se volessimo far fronte a un tale aumento di domanda, dovremmo costruire *tutti i giorni*, da qui al 2050, una centrale nucleare o una centrale a carbone da 1.000 MW.

Di fronte a questi numeri, viene spontaneo chiedersi in che mondo vivano gli economisti che prevedono una tale crescita della domanda senza porsi il problema della reperibilità fisica delle risorse energetiche primarie e della

sostenibilità ecologica. A parte la difficoltà o addirittura l'impossibilità di realizzare concretamente simili progetti, con 11.000 centrali termoelettriche comprometteremmo in modo irreversibile la situazione climatica del pianeta, mentre con 11.000 centrali nucleari avremmo enormi problemi di sicurezza e accumuleremmo una quantità colossale di scorie radioattive che nessuno saprebbe dove collocare.

D'altra parte, pensare di risolvere il problema di una simile richiesta energetica sviluppando, entro il 2050, 11 TW di energie rinnovabili è altrettanto irragionevole. Queste infatti, pur essendo abbondanti e inesauribili, sono utili soltanto se convertite nelle forme di energia che usiamo quotidianamente (energie di uso finale: calore, elettricità e combustibili)<sup>1</sup>. Per tale conversione è necessario disporre di apparecchiature (pannelli fotovoltaici, pale eoliche, collettori termici, catalizzatori ecc.) e strutture (rete elettrica, dighe, inverter, condotte termiche ecc.) che devono essere costruite utilizzando risorse materiali di vario tipo. Inoltre, poiché il flusso delle energie rinnovabili (prima fra tutte, l'energia solare) è diluito e intermittente, è indispensabile anche la progettazione e la realizzazione di congegni e strutture (batterie, elettrolizzatori, compressori ecc.) capaci di ovviare a questi difetti. Per esempio, l'energia solare è molto abbondante (dal sole ci arriva in un'ora l'energia che l'umanità consuma in un anno) e inesauribile (il sole continuerà a splendere per circa 4 miliardi di anni), ma per produrre con il fotovoltaico tutti gli 11 TW «mancanti» da qui al 2050, dovremmo costruire e installare 1.100.000 km<sup>2</sup> di pannelli (una superficie doppia di quella della Francia), cioè 83 km<sup>2</sup> di pannelli *al giorno*, corredati da una rete elettrica "intelligente", sistemi di accumulo, apparecchiature per l'interconversione fra le varie forme di energia ecc. Si tratta di un'impresa sovraumana dal punto di vista tecnico e, forse, anche impossibile dal punto di vista materiale, poiché le risorse minerarie del pianeta sono in quantità finite e, nel caso di alcuni materiali, sono addirittura scarse. Ad esempio il litio, elemento fondamentale per costruire batterie leggere, è già considerato un elemento critico, cioè non sufficientemente abbondante per sviluppare una mobilità basata su auto elettriche<sup>18</sup>. Altri elementi critici sono quelli del gruppo del platino<sup>19</sup> e quelli delle terre rare<sup>20</sup> usati nella tecnologia dell'informazione, dell'illuminazione e nello sfruttamento delle energie rinnovabili.

### Una strategia integrata per la transizione energetica

La transizione energetica, quindi, deve essere condotta con una strategia integrata<sup>7</sup>: da una parte, lo sviluppo delle fonti rinnovabili per sostituire gradualmente i combustibili fossili, dall'altra la riduzione dei consumi per contenere la domanda a livelli che possano essere soddisfatti dalla limitata possibilità di offerta.

Come illustrato schematicamente nella Fig. 3, maggiore sarà la diminuzione dei consumi, minore sarà l'urgenza di sviluppare le fonti rinnovabili e, d'altra parte, maggiore sarà lo sviluppo delle energie rinnovabili, minore sarà la necessità di ricorrere ancora alle fonti energetiche tradizionali. I combustibili fossili, utilizzati in minor misura, causeranno minori danni alla salute e all'ambiente e dureranno più a lungo, permettendoci di avere più tempo per sviluppare e ottimizzare tecnologie energetiche alternative.

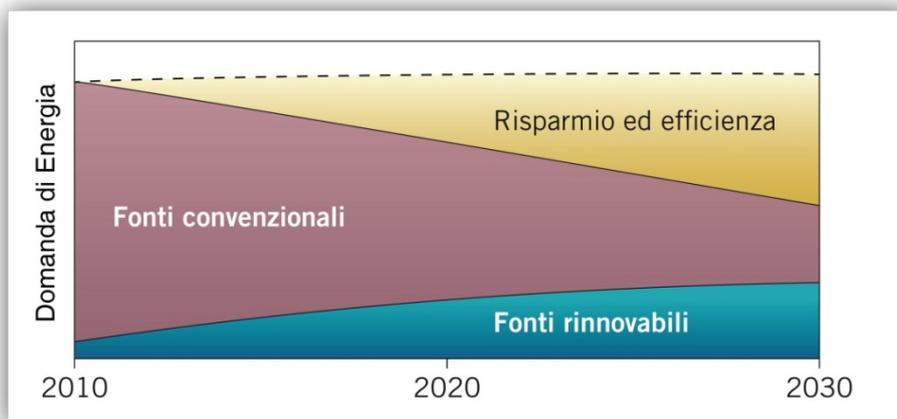


Fig. 3

*Rappresentazione schematica della traiettoria della sostenibilità energetica nel medio periodo. La porzione bianca in alto rappresenta l'aumento previsto della domanda in assenza di interventi. La quota in giallo rappresenta il taglio della domanda energetica ottenibile tramite la riduzione dei consumi e l'aumento dell'efficienza*

Risparmio energetico, efficienza e sviluppo delle energie rinnovabili sono l'unica via percorribile se vogliamo custodire il pianeta e allo stesso tempo, per quanto riguarda l'Italia, ridurre la dipendenza energetica da altri Paesi,

considerando che l'Italia non ha carbone, ha piccole quantità petrolio e gas, non ha uranio, ma riceve tanta energia solare.

### **Riduzione dei consumi**

La necessaria riduzione del consumo di energia si ottiene in molti modi e dovrebbe essere attuata anzitutto da quei Paesi dove il consumo pro-capite è più alto. Come si può vedere dalla Tab. 1, si tratta sostanzialmente delle nazioni più ricche, nelle quali invece il consumo di energia tende ad aumentare.

Ridurre i consumi energetici in modo sostanziale, sviluppando nel contempo l'uso delle energie rinnovabili, è un importante obiettivo che si pone l'Unione Europea mediante l'attuazione del Pacchetto Clima-Energia, meglio noto come Pacchetto 20-20-20<sup>21</sup>. Con questa direttiva l'UE ha imposto agli Stati membri di raggiungere entro il 2020 tre risultati importanti: riduzione del 20% del consumo di energia, riduzione del 20% delle emissioni di CO<sub>2</sub>, sviluppo delle energie rinnovabili fino a raggiungere la quota del 20% sui consumi finali. Inoltre, il Parlamento europeo ha già votato l'obbligo di ridurre i consumi del 40% al 2030 e la roadmap europea prevede un taglio delle emissioni di CO<sub>2</sub> dell'80-95% entro il 2050<sup>22</sup>.

L'aumento dei consumi energetici in Cina (4,7%, dal 2012 al 2013) e in India (4,1%) (Tab. 1) è pienamente giustificato se si considera il basso valore del loro consumo pro-capite. Questi due Paesi, che congiuntamente ospitano il 36% della popolazione mondiale, consumano il 27,1% dell'energia primaria globale, mentre gli USA, con solo il 4,4% della popolazione del pianeta, ne consumano il 17,8%<sup>9</sup>.

**Tab. 1**  
**Consumo di energia nel 2013**

	Popolazione <sup>a</sup>	Totale in Mtep <sup>b</sup>	Variazione rispetto al 2012 <sup>2</sup>	Pro capite in tep
<b>Cina</b>	1.303.337.000	2.852,4	4,7%	2,05
<b>USA</b>	324.120.000	2.265,8	2,9%	6,99
<b>Russia</b>	142.834.000	699,0	0,2%	4,89
<b>India</b>	1.252.140.000	595,0	4,1%	0,48
<b>Giappone</b>	127.144.000	474,0	-0,6%	3,73
<b>Canada</b>	35.182.000	332,9	2,1%	9,46
<b>Germania</b>	82.727.000	325,0	2,8%	3,93
<b>Brasile</b>	200.362.000	284,0	3,2%	1,42
<b>Corea del Sud</b>	49.263.000	271,3	0,4%	5,50
<b>Francia</b>	67.060.000	248,4	1,5%	3,70
<b>Iran</b>	77.447.000	243,9	2,4%	3,15
<b>Gran Bretagna</b>	63.625.000	200,0	-0,5%	3,14
<b>Italia</b>	61.990.000	158,8	-2,4%	2,56
<b>Africa</b>	1.033.000.000	408,1	1,7%	0,40
<b>Mondo</b>	7.162.119.000	12.730,4	2,3%	1,78

<sup>a</sup>Stime ONU all'1 luglio 2013, approssimate alle migliaia

<sup>b</sup>Dati 2013 da BP Statistical Review of World Energy 2014

### **Sviluppo delle energie rinnovabili**

Mentre la diminuzione dei consumi per ora è sostanzialmente limitata all'UE, al Giappone e a pochi altri Paesi, lo sviluppo delle energie rinnovabili è generalizzato (Tab. 2)<sup>9</sup>. La produzione di energia idroelettrica è aumentata da 597,2 Mtep nel 2003 a 855,8 Mtep nel 2013, con un incremento medio del 4,3% l'anno, surclassando il nucleare, che nello stesso periodo è diminuito da 598,3 a 563,2 Mtep. Nell'ultimo anno, l'aumento dell'idroelettrico è stato del 6,2% nelle nazioni asiatiche (4,8% in Cina, 14,3% in India). Le altre rinnovabili sono aumentate cumulativamente da 66,9 Mtep nel 2003 a 279,3 Mtep nel 2013, con un aumento del 16,3% nell'ultimo anno (28,3% in Cina, 32,2% in Brasile).

Le energie rinnovabili, quindi, non sono più una fonte marginale di energia, come molti continuano a credere. L'idroelettrico copre il 16% dei consumi elettrici globali e l'eolico quasi il 4%. In Cina, già alla fine del 2012 l'eolico produceva più elettricità del nucleare (Fig. 4)<sup>23</sup>.

**Tab. 2**  
Produzione di energia da rinnovabili nel 2013 (in Mtep)<sup>a</sup>

	Totale rinnovabili	Idroelettrico (variazione rispetto al 2012)	Altre rinnovabili (variazione rispetto al 2012)
<b>Cina</b>	249,2	206,3 (4,8%)	42,9 (28,3%)
<b>USA</b>	120,1	61,5 (-2,3%)	58,6 (16,2%)
<b>Brasile</b>	100,4	87,2 (-7,0%)	13,2 (32,2%)
<b>Canada</b>	92,9	88,6 (3,3%)	4,3 (3,4%)
<b>India</b>	41,5	29,8 (14,3%)	11,7 (8,3%)
<b>Russia</b>	41,1	41,0 (10,2%)	0,1 (1,5%)
<b>Germania</b>	34,3	4,6 (-5,7%)	29,7 (8,1%)
<b>Giappone</b>	28,0	18,6 (1,8%)	9,4 (15,9%)
<b>Italia</b>	24,6	11,6 (23,3%)	13,0 (14,3%)
<b>Francia</b>	21,4	15,5 (18,6%)	5,9 (8,4%)
<b>Gran Bretagna</b>	12,0	1,1 (-10,4%)	10,9 (34,1%)
<b>Iran</b>	3,5	3,4 (22,8%)	0,1 (-)
<b>Corea del Sud</b>	2,3	1,3 (16,8%)	1,0 (18,1%)
<b>Africa</b>	27,4	25,7 (1,2%)	1,7 (19,8%)
<b>Mondo</b>	1.135,1	855,8 (2,9%)	279,3 (16,3%)

<sup>a</sup>Dati 2013 da BP Statistical Review of World Energy 2014

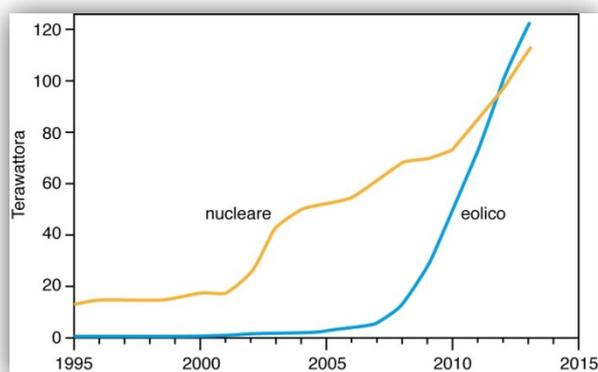


Fig. 4

*Lo sviluppo dell'eolico è superiore a quello del nucleare persino in Cina, uno dei pochi Paesi al mondo dove il nucleare segna ancora una crescita<sup>23</sup>*

In Europa, l'eolico fornisce oggi il 6,5% dell'energia elettrica, che diventerà il 37% nel 2030<sup>22</sup>. Su scala mondiale, l'eolico ha prodotto nel 2013 elettricità pari a 85 centrali nucleari da 1.000 MW e il fotovoltaico come 23. In Italia, nel 2014, quasi il 10% dell'elettricità sarà prodotta con il fotovoltaico e il 5-6% con l'eolico; con l'aggiunta dell'idroelettrico e del geotermico si arriverà a una quota del 40%. Per capire la potenzialità di sviluppo del fotovoltaico, si pensi a questo esempio estremo: per ottenere tutta l'energia elettrica che serve in Italia, basterebbe coprire con pannelli fotovoltaici lo 0,8% del territorio, poco più dei 2.000 km<sup>2</sup> occupati dai 700 mila capannoni industriali e loro pertinenze.

È del tutto evidente che il futuro economico, industriale e occupazionale del nostro Paese può essere basato solo sullo sviluppo delle energie rinnovabili. Alla fine del 2013 il numero di posti di lavoro nel mondo forniti dalle energie rinnovabili erano 6,5 milioni<sup>24</sup>.

### La Strategia Energetica Nazionale

La Strategia Energetica Nazionale (SEN)<sup>25</sup> presentata nel marzo 2013 dal governo Monti (a quanto sembra adottata dal presente Governo) identificava sette campi di azione. In questa sede ci limitiamo a riassumere molto brevemente alcune critiche<sup>26</sup>, integrandole alla luce di fatti più recenti.

### **Efficienza energetica**

Sarebbe stato preferibile aver intitolato questo campo d'azione della SEN *Riduzione dei consumi energetici*, obiettivo fondamentale che deve essere perseguito non solo mediante un aumento dell'*efficienza energetica*, pur necessario, ma soprattutto con il *risparmio energetico*. Mentre l'aumento dell'efficienza energetica è collegato a interventi tecnici, il risparmio energetico è un problema culturale di fondamentale importanza. La storia dell'energia dimostra che l'aumento di efficienza, da solo, può addirittura portare all'aumento dei consumi. Il cittadino deve essere indotto a consumare di meno non solo per i vantaggi economici che possono derivargli, ma soprattutto perché deve capire che attualmente nei Paesi ricchi viviamo al di sopra delle nostre possibilità<sup>27</sup>.

Per incrementare il risparmio energetico è necessario agire su almeno due fronti. In primo luogo attuare provvedimenti normativi coraggiosi. In secondo luogo, far conoscere attraverso capillari e intelligenti campagne di informazione, ad esempio con spot simili a quelli usati in *cos'è l'Europa*<sup>28</sup>, la reale situazione energetica italiana.

### **Sviluppo sostenibile delle energie rinnovabili**

Come fa intuire la presenza dell'aggettivo *sostenibile* nel titolo di questo campo d'azione, la SEN presenta le rinnovabili come un problema: troppi incentivi già concessi, troppa energia prodotta, competizioni con le centrali a gas, sbilanciato sviluppo territoriale, problemi alla rete ecc. La prima cosa che si deve capire, invece, è che le rinnovabili non rappresentano un problema, bensì il contesto obbligato entro cui si dovrà sempre più operare per realizzare la transizione energetica, con grandi vantaggi per il nostro Paese: riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e dell'inquinamento atmosferico, sviluppo dell'economia e dell'occupazione, riduzione di importazioni di combustibili fossili, opportunità di espansione industriale, specie nei Paesi del Mediterraneo.

Quindi non si tratta di integrare, frenandola, la produzione elettrica rinnovabile nel contesto e nel mercato esistente, bisogna invece modificare la struttura e il mercato elettrico per sviluppare tutto il potenziale delle rinnovabili, ad esempio migliorando il collegamento di rete fra le varie zone del Paese ed accumulando gli eccessi non utilizzabili mediante pompaggi e batterie. Le rinnovabili già oggi sono in grado di fornire in Italia circa il 40% dell'energia elettrica e bisogna prepararsi al fatto che nel 2050, secondo la roadmap europea, praticamente tutta l'energia elettrica dovrà essere prodotta con energie rinnovabili<sup>22</sup>.

L'energia elettrica prodotta con fotovoltaico ed eolico ha ormai raggiunto la *grid parity*. Il loro apporto, pur non essendo programmabile, è però razionalizzabile grazie a previsioni meteo sempre più accurate ed è possibile, quindi, inserirlo in un contesto di fonti diverse mediante l'ammmodernamento della rete elettrica (*smart grids*, vedi oltre). Bisogna promuovere l'autoproduzione anche su piccola scala per favorire la partecipazione capillare di capitali privati e la responsabilizzazione dei cittadini. Occorre introdurre l'uso di sistemi di accumulo presso sia il produttore che il consumatore e lo sviluppo di una filiera industriale estesa a tutte le fasi dell'utilizzo delle energie rinnovabili, tenendo conto che diventerà ineluttabile lo sviluppo dell'alimentazione elettrica per i mezzi di trasporto. Soprattutto, devono essere date al mercato delle rinnovabili regole certe, senza interventi schizofrenici o provvedimenti retroattivi capaci solo di disincentivare gli investimenti. Il motivo per cui la bolletta elettrica degli italiani è alta non sono gli incentivi per il fotovoltaico, ma le distorsioni e le speculazioni nel mercato del gas<sup>29</sup>.

È necessario sviluppare il solare termico per uso familiare, recuperando il gap che ci separa da altri Paesi che pure hanno meno sole di noi: in Austria sono installati 580 m<sup>2</sup> di collettori solari ogni 1.000 abitanti, in Italia 57 m<sup>2</sup><sup>30</sup>.

Per quanto riguarda le biomasse, occorre puntare sul pieno utilizzo degli scarti forestali e agroalimentari e va sviluppata la produzione di biogas dagli allevamenti per produrre biometano da immettere in rete. In un Paese con limitati terreni agricoli come l'Italia, l'uso di colture dedicate (barbabietole, mais ecc.) per ottenere combustibili non deve essere incoraggiato. A parte la competizione cibo/combustibili<sup>1,2</sup>, bisogna considerare che l'efficienza del processo fotovoltaico (15-20%), i cui pannelli possono essere collocati su tetti o superfici non agricole, è nettamente superiore a quella con cui la fotosintesi naturale produce biocombustibili (0,1-0,2%). Inoltre, mentre i biocombustibili devono essere utilizzati in motori a combustione interna, l'elettricità prodotta dal fotovoltaico può azionare motori elettrici che hanno un rendimento fino a tre volte superiore. Su queste basi si è stimato che la combinazione fotovoltaico/batterie/motore elettrico utilizza il flusso solare in modo centinaia di volte più efficiente della combinazione biomassa/biocombustibile/motore a combustione<sup>31</sup>.

### **Sviluppo dell'infrastruttura elettrica**

Un paradosso tutto italiano è una capacità produttiva di energia elettrica tre volte superiore a quella necessaria, un valore inconcepibile in qualsiasi altro Paese industrializzato. Questo risultato è il frutto di un'errata politica di pianificazione, generata dall'illusione di un continuo aumento dei consumi e dalla sottovalutazione dello sviluppo delle rinnovabili, che ha portato alla concessione di troppi permessi per l'installazione di centrali termoelettriche negli ultimi 15 anni. I primi sei mesi del 2014 hanno fatto registrare un calo della produzione netta del 4% rispetto allo stesso periodo del 2013, con 132.057 GWh, al quale le energie rinnovabili (idroelettrico, eolico, fotovoltaico e geotermico) hanno contribuito con 53.068 GWh, pari al 40%. Il parco di centrali termoelettriche deve quindi essere ridotto, cosa che sta incontrando grandi resistenze.

Bisogna anche tener conto che, con lo sviluppo delle energie rinnovabili, ci stiamo muovendo da un'economia basata sui combustibili fossili a un'economia basata sull'energia elettrica, anche se questa sarà generata in parte, ancora per parecchi anni, da combustibili fossili e, in taluni Paesi, dal nucleare. L'attuale sistema di distribuzione elettrica proveniente da poche grandi centrali, che deve far fronte alle prevedibili richieste di picco, dovrà essere sostituito da un sistema capace di gestire fluttuazioni non solo di consumi, ma anche di produzione, proveniente da un enorme numero di piccoli siti produttivi. A marzo 2014 erano presenti in Italia più di 520 mila impianti fotovoltaici<sup>32</sup> e centinaia di parchi eolici sparsi su tutto il territorio nazionale.

La strategia energetica deve sostenere lo sviluppo di reti automatizzate basate sulla tecnologia digitale che permettono un flusso, dal produttore al consumatore e viceversa, sia di elettricità che di informazioni (*smart grids*)<sup>33</sup>. In questo modo, anche con l'aiuto di sistemi di accumulo sia presso i fornitori che presso i consumatori, sarà possibile equilibrare domanda e offerta poiché la conoscenza in tempo reale dell'energia disponibile in rete permetterà alla compagnia di distribuzione di fissarne il prezzo e al consumatore di decidere i tempi ed i modi più convenienti per utilizzarla. Questa possibilità sarà particolarmente importante man mano che aumenterà la diffusione di auto elettriche. Negli USA si prevede che nel 2025 il 50% delle auto vendute saranno elettriche.

Il progetto Grid4EU<sup>34</sup> lanciato nel 2011, ha come obiettivo la dimostrazione su larga scala di soluzioni avanzate di smart grids per l'Europa. L'iniziativa mira a implementare in sei Paesi della UE (Italia, Francia, Germania, Spagna, Svezia e Repubblica Ceca) sei progetti dimostrativi, simultanei e strettamente integrati tra di loro, per rimuovere le barriere che ostacolano le reti di distribuzione nell'accogliere la generazione distribuita, supportare l'efficienza energetica, abilitare e integrare la domanda e promuovere nuovi utilizzi dell'energia elettrica. L'impianto dimostrativo italiano è collocato presso Cesena ed è accoppiato a un dispositivo di accumulo da 1 MW.

Una moderna strategia energetica deve puntare al massimo sullo sviluppo non solo delle reti intelligenti, ma anche di sistemi di accumulo di varie capacità<sup>1</sup>, dal pompaggio nei bacini idroelettrici all'elettrolisi dell'acqua e a batterie, in modo da sganciarsi totalmente dalle centrali termiche che svolgono una funzione di back up. Le batterie<sup>35</sup> sono un'alternativa migliore alle stesse centrali di supporto, perché offrono un servizio doppio: possono prelevare energia dalla rete durante i picchi produttivi, risolvendo fenomeni di congestione, e possono immettere energia in rete quando aumenta la domanda. Le batterie, inoltre, sono sistemi modulari che hanno tempi di risposta molto rapidi e, rispetto agli impianti di accumulo mediante pompaggio, la cui costruzione è legata a requisiti geologici e ambientali, possono essere posizionate ovunque nel territorio così da integrarsi con le fonti rinnovabili. Sono già sul mercato alcuni tipi di inverter per impianti fotovoltaici che sono integrati a sistemi di accumulo costituiti da batterie agli ioni litio.

L'Italia ha la possibilità di giocare un ruolo da protagonista nel campo delle energie rinnovabili coniugando lo sviluppo del fotovoltaico e dell'eolico con investimenti in reti intelligenti e sistemi di accumulo. Approfittando del primato di Enel, che ha installato per prima in Europa i contatori elettronici in tutte le utenze, e di Terna, la prima al mondo a installare sistemi di accumulo per integrare le energie rinnovabili, si dovrebbe perseguire l'obiettivo di fare dell'Italia una sorta di laboratorio internazionale nel quale i principali produttori mondiali del settore possano sperimentare le loro soluzioni. Ciò spingerebbe tali aziende a creare in Italia centri di ricerca e progettazione, filiali commerciali, impianti di produzione, magari sfruttando sinergie con la filiera locale. In pratica l'Italia potrebbe diventare per smart grid, sistemi di accumulo e prodotti associati, quello che la Germania è per il mercato dei pannelli fotovoltaici<sup>36</sup>.

### **Produzione sostenibile di idrocarburi nazionali**

Il documento SEN insiste molto sulla produzione sostenibile di idrocarburi nazionali. L'inserimento dell'aggettivo "sostenibile" per qualificare la produzione di idrocarburi, fonte energetica non rinnovabile e causa di seri problemi ambientali, climatici e sanitari, appare del tutto fuori luogo. In questi ultimi tempi, il tema dello sfruttamento dei giacimenti di idrocarburi in Italia è tornato di attualità a causa di un articolo apparso su *Il Messaggero* del 18 maggio scorso<sup>37</sup>, nel quale il presidente Romano Prodi ha ripreso i dati della SEN e ha sollecitato lo sfruttamento di giacimenti di petrolio e gas che si trovano in Italia e in particolare nel Mare Adriatico fra Italia e Croazia. L'articolo parla di un "mare di petrolio" che giace sotto l'Italia e riporta che, sulla base di giacimenti già individuati, l'Italia potrebbe raddoppiare la produzione di idrocarburi portandola a 22 Mtep entro il 2020.

Secondo la *BP Statistical Review* del giugno 2014<sup>9</sup> l'Italia produce 12 Mtep di combustibili fossili all'anno, consuma 158,8 Mtep di energia primaria e ha 290 Mtep di riserve di idrocarburi.

Nel documento SEN si parla di 123 Mtep di riserve certe e circa 700 Mtep di riserve "probabili e possibili". La SEN propone di sfruttare queste riserve mediante semplificazione degli iter autorizzativi e iniziative di supporto al settore industria, contando di incrementare al 2020 la produzione di 3,2 Mtep di gas e 7,8 Mtep di petrolio l'anno, quantità corrispondenti a circa il 7% dei consumi di energia primaria.

Lo sfruttamento di questi giacimenti è fortemente sconsigliabile per una serie di motivi:

- le riserve certe (123 Mtep) corrispondono al consumo di energia primaria (158,8 Mtep) di 9 mesi e, spalmate su 15 anni, ammontano al 3,8% del consumo annuale di energia primaria; anche se si considerassero le riserve valutate da BP (290 Mtep), si tratterebbe pur sempre del consumo di meno di 2 anni;
- la produzione non potrebbe essere effettiva prima di 5-10 anni;
- le riserve probabili e possibili menzionate dalla SEN, anche se fossero reali, potrebbero essere sfruttate solo nel medio-lungo termine, quando la transizione energetica sarà molto più avanzata e l'uso dei combustibili fossili sarà ulteriormente ridotto;
- gran parte delle perforazioni ed estrazioni andrebbero fatte on-shore e off-shore lungo la costa adriatica;
- le estrazioni nell'Alto Adriatico sono già state sospese in passato a causa del fenomeno della subsidenza;
- non si può escludere la possibilità di incidenti che in un mare chiuso e poco profondo come l'Adriatico avrebbero effetti devastanti;
- la tutela del paesaggio, dell'ambiente e dei beni artistici è una priorità assoluta per l'Italia;
- le spiagge adriatiche, le più affollate d'Europa, sono uno dei capisaldi dell'offerta turistica nazionale;
- nei territori interessati sono presenti città di importanza storica, culturale ed artistica universale come Venezia e Ravenna e zone fragili e preziose come la laguna veneta e il delta del Po;
- l'Italia è oggetto di continui fenomeni sismici.

Anche se, come accadde per il nucleare, c'è chi sostiene che l'Italia stia perdendo il treno dello sviluppo energetico, appare chiaro, invece, che lo sfruttamento di questa riserva di combustibili fossili, quantitativamente marginale per l'economia nazionale, potrebbe produrre danni molto più ingenti dei benefici che può apportare.

Per diminuire le importazioni si può agire in un altro modo e senza creare nuovi problemi: riducendo i consumi. Alcuni suggerimenti: riduzione del limite di velocità sulle autostrade, applicando un sistema bonus-malus per incoraggiare i cittadini ad acquistare auto che consumino e inquinino meno, come in Francia e in Irlanda; incentivazione dell'uso delle biciclette e dei mezzi pubblici nelle città, spostando parte del trasporto merci dalla strada alla rotaia o a collegamenti marittimi; attuazione di una campagna di informazione e formazione culturale per tutta la cittadinanza, a partire dalle scuole, per mettere in luce i vantaggi della riduzione dei consumi rispetto ad altre strategie fisicamente insostenibili\*.

---

\*Il decreto Sblocca-Italia pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 212 del 12 settembre 2014, agli articoli 36-38, oltre a promuovere la creazione di grandi infrastrutture per permettere il transito e l'accumulo di gas proveniente dall'estero, facilita e addirittura incoraggia le attività di estrazione di petrolio e gas in tutto il territorio nazionale, attribuendo un carattere strategico alle concessioni di ricerca e sfruttamento, semplificando gli iter autorizzativi e prolungando i tempi delle concessioni con proroghe che potrebbero arrivare fino a cinquant'anni. Non prende in considerazione, invece, la necessità di creare una cultura del risparmio energetico e più in generale della sostenibilità ecologica e non semplifica le procedure che ostacolano lo sviluppo delle energie rinnovabili.

### Conclusioni

La salvaguardia del pianeta richiede con urgenza l'uscita dall'era dei combustibili fossili, per imprimere un poderoso impulso allo sviluppo delle energie rinnovabili. Lo stesso approccio è necessario per ridurre la dipendenza energetica del nostro Paese. Bisogna però rendersi conto che, a causa di limiti materiali e confini planetari, nessuna fonte di energia, comprese le rinnovabili, può far fronte a un aumento indiscriminato della domanda. Ne deriva la necessità di ridurre i consumi energetici mediante un aumento di efficienza e una cultura del risparmio, particolarmente nei Paesi dove il consumo pro-capite è molto più alto della media mondiale<sup>38</sup>. Sviluppare le energie rinnovabili in un contesto di riduzione del consumo totale e di progressiva eliminazione dei combustibili fossili è del resto la strada saggiamente intrapresa dalla UE.

La Strategia Energetica Nazionale, che l'attuale governo eredita da quelli precedenti, non sembra seguire questa strada, nonostante che persino agenzie di rating come Standard & Poor's avvertano che "*Climate change is a global mega-trend for sovereign risks*"<sup>39</sup>. La SEN, infatti, propone di sfruttare le scarse riserve presenti nell'Adriatico, senza valutare che questa attività è in oggettivo contrasto con la nostra più importante fonte di ricchezza, il turismo, e vorrebbe rendere l'Italia un hub del gas, quando proprio ora ci troviamo a dover affrontare i problemi causati dall'aver fatto dell'Italia un hub delle raffinerie. La SEN basa inoltre uno dei tre scenari evolutivi sulla diffusione di metodi per la cattura e lo stoccaggio di CO<sub>2</sub>, una tecnologia improbabile e con poco futuro<sup>40</sup> in un'Europa che persegue la decarbonizzazione e particolarmente in Italia dove le rinnovabili producono già il 40% dell'energia elettrica. Mentre sembra sostenere l'uso delle energie rinnovabili, la SEN sottolinea di fatto i difetti di fotovoltaico ed eolico e non propone provvedimenti per lo sviluppo di reti e sistemi di accumulo, campi in cui l'Italia potrebbe svolgere un ruolo di leadership industriale a livello mondiale. Sostiene invece lo sviluppo dei biocombustibili che, oltre ad essere in competizione con il cibo, non sono certo la tecnologia più efficiente e razionale per utilizzare l'energia solare in un Paese con limitato terreno agricolo. Infine, non prende in considerazione la necessità di creare una cultura del risparmio energetico e più in generale della sostenibilità.

Risolvere il problema energia nel rispetto dell'ambiente, mettendo in secondo piano benefici economici a breve termine, significa sapere guardare lontano nello spazio e nel tempo. Cioè avere lo sguardo su tutto il pianeta Terra e sulle prossime generazioni.

---

### BIBLIOGRAFIA

- <sup>1</sup> N. Armaroli, V. Balzani, *Energy for a Sustainable World. From the Oil Age to a Sun Powered Future*, Wiley-VCH, Weinheim, 2011.
- <sup>2</sup> V. Balzani, M. Venturi, *Energia, Risorse, Ambiente*, Zanichelli Editore, Bologna, 2014.
- <sup>3</sup> C. Rhodes, *Chem. World-UK*, 2014, **11**(3), 2014.
- <sup>4</sup> N. Armaroli, V. Balzani, *Chem.-Asian J.*, 2011, **6**, 768.
- <sup>5</sup> IPCC, *Fourth Assessment Report: Climate Change 2013*, United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013.
- <sup>6</sup> V. Balzani *et al.*, *Chimica e Industria*, 2012, **94**(2), 80.
- <sup>7</sup> V. Balzani *et al.*, *Chimica e Industria*, 2012, **94**(3), 84.
- <sup>8</sup> N. Armaroli *et al.*, *Powering Planet Earth. Energy Solutions for the Future*, Wiley-VCH, Weinheim, 2013.
- <sup>9</sup> BP Statistical Review of World Energy, British Petroleum, 2014, <http://www.bp.com>
- <sup>10</sup> J. Johnson, *Chem. Eng. News*, 2014, **92**(22), 22.
- <sup>11</sup> W.M. Alley, R. Alley, *Environ. Sci. Technol.*, 2014, **48**, 2091.
- <sup>12</sup> M. Höök, K. Aleklett, *Energ. Policy*, 2008, **36**, 4262.
- <sup>13</sup> J. Rockstrom *et al.*, *Nature*, 2009, **461**, 472.
- <sup>14</sup> Human Progress within Planetary Guard Rails, German Advisory Council on Global Change, 2014, <http://www.wbgu.de/>
- <sup>15</sup> V. Smil, *Energy at the Crossroads*, MIT Press, Cambridge, MA, 2003.
- <sup>16</sup> International Energy Outlook 2013, US Energy Information Administration, 2013, <http://www.eia.gov>
- <sup>17</sup> BP Energy Outlook 2035, British Petroleum, 2014, <http://www.bp.com>
- <sup>18</sup> T. Prior *et al.*, *Sci. Total Environ.*, 2013, **461–462**, 785.
- <sup>19</sup> L.T. Peiró *et al.*, *Environ. Sci. Technol.*, 2013, **47**, 2939.
- <sup>20</sup> M.A. de Boer, K. Lammertsma, *ChemSusChem*, 2013, **6**, 2045.
- <sup>21</sup> The 2020 Climate and Energy Package, European Commission, <http://ec.europa.eu/>
- <sup>22</sup> Roadmap for Moving to a Low-carbon Economy in 2050, European Commission, <http://ec.europa.eu/>
- <sup>23</sup> Earth Policy Institute - Data Highlight, <http://www.earth-policy.org/>
- <sup>24</sup> Worldwatch Institute, Jobs in Renewable Energy Expand in Turbulent Process, <http://www.worldwatch.org/>
- <sup>25</sup> Strategia Energetica Nazionale, Ministero dello Sviluppo Economico, <http://www.sviluppoeconomico.gov.it/>

- <sup>26</sup>V. Balzani, *Chimica e Industria*, 2013, **95**(1), 70.
- <sup>27</sup>Global Footprint Network, <http://www.footprintnetwork.org/>
- <sup>28</sup>RAI, Cantiere Europa, <http://www.europa.rai.it>
- <sup>29</sup>Qualenergia.it, PUN mai così in basso dal 2005: merito anche delle energie rinnovabili, 2014, <http://www.qualenergia.it/>
- <sup>30</sup>Solar Heat Worldwide, International Energy Agency, 2014, <http://www.iea-shc.org/>
- <sup>31</sup>V. Balzani, *Sapere*, 2014, **80**(3), 16.
- <sup>32</sup>Enerpoint, Il fotovoltaico in Italia, <http://www.enerpoint.it/>
- <sup>33</sup>M. Amin, *Nature*, 2013, **499**, 145.
- <sup>34</sup>Progetto Grid4EU, <http://www.grid4eu.eu/>
- <sup>35</sup>B. Dunn *et al.*, *Science*, 2011, **334**, 928.
- <sup>36</sup>Dataenergia, Facciamo il punto sull'installazione di accumuli a batterie di grande scala in Italia, <http://dataenergia.altervista.org/>
- <sup>37</sup>R. Prodi, Quel mare di petrolio che giace sotto l'Italia: possiamo raddoppiare la produzione di idrocarburi, *Il Messaggero*, 18 Maggio 2014.
- <sup>38</sup>N. Armaroli, *Chimica e Industria*, 2014, **96**(3), 12.
- <sup>39</sup>Standard & Poor, Climate Change Is a Global Mega-Trend for Sovereign Risk, 2014
- <sup>40</sup>Editorial, *Nature*, 2014, **509**, 7.