

Il dilemma energetico nel futuro dell'Asia

Edoardo Magnone

Edoardo Magnone è ricercatore presso il "Korea Institute of Energy Research" (KIER), uno dei "Governative Research Institutes" (GRIs) con specifico indirizzo nei settori dell'energia e coordinato dal "Ministry of Knowledge Economy" (MKE) attraverso il "Korea Research Council for Industrial S&T" (KOI).

Una mattina un uomo decise di non utilizzare più il risciò ma di prendere un taxi per andare al lavoro. Durante la corsa decise di acquistare un'autovettura tutta sua. Il conducente di risciò, a sua volta, decise di vendere il proprio obsoleto mezzo a trazione umana e depositare il ricavato nella banca nazionale. Il taxista invece decise che era arrivato il momento di attivare un mutuo per acquistare un piccolo appartamento. E così via. Considerate anche ogni più piccolo cambiamento nelle abitudini familiari, alimentari, sociali, ogni più impercettibile cambiamento nello stato d'animo, nello stile di vita, tempo libero, gusti, moda, e quant'altro. Ora moltiplicate queste trascurabili decisioni individuali per una popolazione che rappresenta ormai circa la metà della popolazione mondiale, e le conseguenze per i consumi energetici globali sono enormi.

Chiariamo subito un punto fondamentale: anche la nostra economia (ad Oriente come a Occidente, al sud come al nord del mondo) funziona in un universo fisico dove vale il secondo principio della termodinamica: cioè non sapremo mai costruire una "macchina termica" [1] capace di convertire completamente (con un rendimento pari al 100%) energia termica in altre forme di energia utilizzabili. Una parte di energia utilizzata per avere un'altra forma di energia sfruttabile sarà irreparabilmente persa in forme non più recuperabili (calore). Se vogliamo quindi "ricavare" qualche cosa di utilizzabile, bisogna sacrificare ad esempio circa il 65% del "capitale" energetico iniziale per ottenere il 35%.

Per fare un esempio pratico, abbiamo bisogno di sale e non possiamo pagare il commerciante con una delle nostre galline. L'unica cosa da fare è vendere una gallina per ottenere i soldi che ci permetteranno di pagare il sale. Andiamo al mercato del pollame e vendiamo un nostro ruspante. Sappiamo benissimo che ha un valore di 10 Euro, però alla fine di tutta la storia ne otteniamo solo tre e i rimanenti sette saranno irreparabilmente persi. Un furto? Indubbiamente non è un buon affare, ma questa è la legge del mercato delle galline e non ci possiamo fare nulla.

Non è finita, c'è anche un altro ostacolo ancora più pratico.

¹ Una macchina termica è un generico dispositivo (processo) che trasformi energia termica in altre forme utili di energia, come l'energia meccanica ed elettrica.

È nato prima l'uovo o la gallina? Introduciamo nell'esempio precedente una variazione interessante: nel nostro pollaio non ci sono galli. Quest'assenza nel "sistema pollaio" comporta che non avremo neanche un uovo da poter fare covare con successo a una delle nostre galline; abbiamo solo – se si passa l'azzardo – un "pollaio non rinnovabile", destinato a svuotarsi con il tempo perché ogni giorno preleviamo una gallina per venderla al mercato dei polli, dove - non potendo di certo sottrarci alla legge universale del commercio delle galline - non riusciremo mai a costruire un "meccanismo economico" capace di convertire completamente un pennuto in Euro con un rendimento, per noi, pari al 100%.

Quindi, e siamo arrivati al punto, non potendo cambiare le leggi termo-economiche del mercato delle galline, siamo davvero sicuri che un contadino possa essere talmente folle da basare la propria sussistenza su un pollaio non rinnovabile? Ovviamente no. Lui sa bene che il sistema pollaio deve essere "rinnovabile". O, se volete, solo un contadino stolto potrebbe pensare di togliere il gallo dal pollaio.

Ma è proprio quello che facciamo noi a livello globale nella nostra fattoria-mondo. La maggior parte dell'energia utilizzata oggi nel mondo, infatti, è ancora ottenuta da combustibili fossili (petrolio, carbone, gas naturale, uranio) non rinnovabili e destinati quindi a esaurirsi, proprio come un grande pollaio senza gallo di tanti contadini stolti [2].

L'energia è un ingrediente chiave dello sviluppo socio-economico in qualsiasi area del pianeta. Il rovescio della medaglia è che la pressione socio-demografica ha una fortissima influenza sulla domanda di energia. Come indicato schematicamente nella figura 1, ad esempio, anche il tasso di natalità di un paese può influenzare nel tempo il consumo di energia nei diversi settori della società.

Figura 1. Influenza socio-demografica nell'uso dell'energia



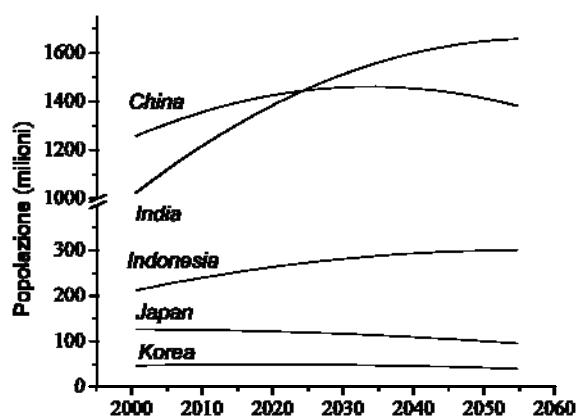
2 Petrolio, carbone, gas naturale e uranio? Ovviamente con gli anni abbiamo differenziato le fonti, ma le cose alla fine non cambiano molto se preleviamo più velocemente della loro riproducibilità/rinnovabilità. Il problema quindi non è all'origine, nelle leggi della fisica, oppure a valle, nella differenziazione energetica, ma solo nella nostra stoltezza di basare la nostra economia solo su una serie di "sistemi" non rinnovabili.

Paesi poveri con una popolazione in crescita e caratterizzati da una forte natalità possono contribuire al consumo di energia in modo diverso rispetto a un paese altamente industrializzato. L'India ha già raggiunto una popolazione di oltre un miliardo di abitanti, e la Cina con i suoi 1,3 miliardi rappresenta da sola il 20% della popolazione mondiale. In quest'ultimo caso in particolare, la politica del figlio unico è riuscita ad arginare la crescita demografica, ma la conseguenza è che l'India supererà la popolazione della Cina nei prossimi vent'anni (figura 2). Ancora, il Giappone è il decimo paese più popoloso del mondo (circa 127 milioni di abitanti di cui un decimo concentrati a Tokyo) e uno dei più densamente popolati. Inoltre, ha una delle aspettative di vita più alte del mondo (circa 83 anni) e al contempo un tasso di natalità molto basso (1,4). Le previsioni dicono che la percentuale di soggetti di età compresa tra i 65 e 85 anni aumenterà dall'attuale 6% al 15% entro il 2025. Questo vuol dire che se in Giappone oggi ci sono circa tre adulti in età lavorativa per ogni persona anziana, entro il 2050 questo rapporto sarà di uno a uno. Come conseguenza – al di là del collasso del sistema pensionistico - è facile prevedere che la popolazione anziana farà aumentare il consumo di energia a scopo residenziale, mentre sicuramente diminuirà quello legato all'istruzione e al trasporto.

Al contrario, una popolazione giovane in età lavorativa può indubbiamente consumare una maggiore quantità di energia elettrica (per istruzione, trasporti, commercio, etc.), ma soprattutto può contribuire all'economia industriale; di conseguenza, il consumo di energia è compensato dal Prodotto interno lordo (PIL). Anche l'Asia meridionale (Bangladesh, Bhutan, India e Nepal) non è solo una delle regioni a più rapida crescita del mondo, ma è anche una delle più povere e dovrà quindi mettere l'energia al centro del processo di sviluppo.

Tutti questi piccoli cambiamenti sociali moltiplicati per la massa di un continente producono ogni giorno variazioni nel comportamento energetico complessivo del sistema asiatico. Nei prossimi anni la vita sedentaria del pensionato giapponese o l'attività del giovane dell'Asia meridionale non influenzeranno solo ed esclusivamente il consumo energetico locale, ma soprattutto contribuiranno alle emissioni globali di anidride carbonica (CO₂).

Figura 2. Tendenze della popolazione per i maggiori paesi asiatici (figura adattata dal Rif. [9])



Rinnovabili e non rinnovabili. La tabella 1 mostra la distribuzione del consumo di energia primaria da varie fonti di combustibili non rinnovabili. La prima cosa da notare è che i paesi del nord-est asiatico - in particolare Giappone, Repubblica di Corea (ROK) e Cina - coprono quasi il 20% della domanda globale di petrolio greggio e prodotti petroliferi. Il secondo punto è che oggi l'Asia utilizza quasi la metà (49.3%) della produzione mondiale di carbone e la Cina più dei tre quinti (66.6%) del complessivo consumo energetico dell'Asia.

Tabella 1. Consumo di energia primaria nel nord-est asiatico e nel mondo (DPRK=Democratic People's Republic of Korea; ROK=Republic of Korea)

Paese / Area	Petrolio	Gas Naturale	Carbone	Nucleare	Idro.	TOT	% Asia	% Mondo
<i>Cina</i>	15.406	2536	54.906	596	4575	78.019	66.6%	16.8%
<i>Taipei</i>	2198	444	1720	384	74	4820	4.1%	1.0%
<i>DPRK</i>	41	-	405	-	88	534	0.5%	0.1%
<i>Hong Kong</i>	706	112	292	-	-	1109	0.9%	0.2%
<i>Japan</i>	9582	3400	5248	2643	792	21.665	18.5%	4.7%
<i>Mongolia</i>	25	-	65	-	-	91	0.1%	0.0%
<i>ROK</i>	4503	1393	2498	1354	48	9796	8.4%	2.1%
<i>Russia Orientale</i>	442	120	483	1.6	47	1131	1.0%	0.2%
Tot. Asia	32.904	8005	65.616	4979	5623	117.164	100.0%	25.2%
% Asia	19.9%	7.2%	49.3%	19.1%	18.9%	25.2%		
Tot. resto del mondo	132.592	102.432	67.421	21.064	24.070	347.543		74.8%
TOT.	165.497	110.437	133.037	26.043	29.694	464.707		100.0%

Lo sviluppo energetico in Asia, ovviamente, ha portato con sé una serie di sfide locali e globali. L'impennata dei settori industriale, dei trasporti, residenziale e del commercio ha richiesto ingenti investimenti nella fornitura di energia (centrali elettriche, raffinerie di petrolio, miniere di carbone, ecc.) e tutto questo ha portato a un forte aumento delle emissioni dei gas serra (che contribuiscono a loro volta al cambiamento climatico globale) e di altri inquinanti atmosferici (che contribuiscono all'eutrofizzazione e all'acidificazione dell'ecosistema locale e hanno effetti negativi sulla salute umana).

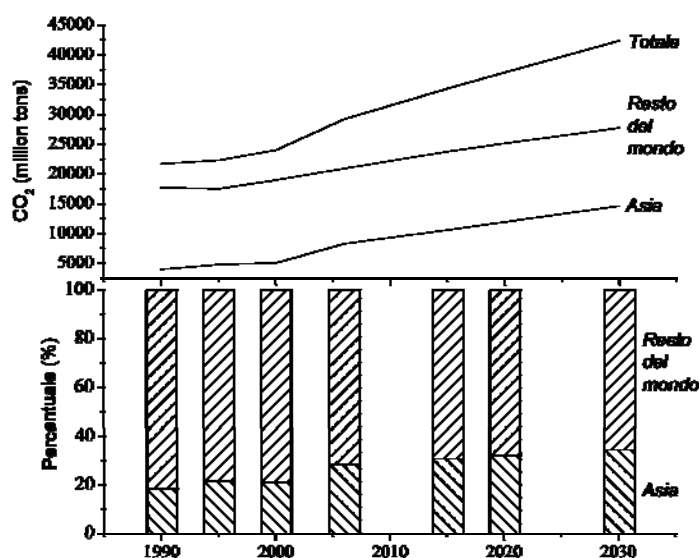
La Tabella 2 è una sintesi delle stime storiche e della proiezione nei prossimi venti anni delle emissioni di CO₂ nei paesi dell'Asia orientale rispetto al resto del mondo. Da questa tabella si può osservare come le emissioni nell'Asia nord-orientale siano aumentate dal 18,3% nel 1990 a oltre il 29% ai giorni nostri. L'impatto che la regione avrà nell'emissione globale di CO₂ nei prossimi anni è visivamente riassunto nella figura 3. Secondo una serie di stime, solo la regione del nord-est asiatico rappresenterà nel 2030 oltre un terzo delle emissioni globali di CO₂. L'apparente diminuzione nel 2000 dell'incidenza delle emissioni globali provenienti dall'Asia potrebbe essere causata da un cambiamento nella comunicazione dei valori di produzione e utilizzo del carbone in Cina. In ogni caso, secondo il *World Energy Outlook* all'attuale ritmo di consumo le riserve totali di petrolio e gas naturale saranno sufficienti per

altri quaranta anni. Dopo di che il grande pollaio senza gallo di tanti contadini stolti sarà irreversibilmente vuoto (ad Oriente come a Occidente, al sud come al nord del mondo).

Tabella 2. Emissioni di CO2 nel nord-est asiatico (1990-2030) e nel mondo (DPRK=Democratic People's Republic of Korea; ROK=Republic of Korea; * valori accorpati alla Cina; ** million tons)

Paese / Area	1990	1995	2000	2006	2015	2020	2030
<i>Cina</i>	10.6%	13.0%	12.4%	20.6%	23.9%	25.6%	28.4%
<i>Taipei</i>	0.5%	0.8%	1.1%	1.0%	1.1%	1.1%	1.2%
<i>DPRK</i>	0.6%	0.3%	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	0.2%
<i>Hong Kong</i>	0.2%	0.2%	0.2%	0.3%	*	*	*
<i>Japan</i>	4.9%	5.0%	5.0%	4.3%	3.5%	3.2%	2.8%
<i>Mongolia</i>	0.04%	0.04%	0.03%	0.03%	0.04%	0.05%	0.06%
<i>ROK</i>	1.1%	1.7%	1.9%	1.8%	1.8%	1.7%	1.6%
<i>Russia Orientale</i>	0.4%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
Asia	3965	4780	5034	8291	10,590	11,921	14,620
CO ₂ ** Resto del mondo	17,718	17,504	18,976	20,904	23,745	25,114	27,705
Tot. Mondo	21,683	22,284	24,011	29,195	34,335	37,035	42,325
% Asia	18.3%	21.4%	21.0%	28.4%	30.8%	32.2%	34.5%

Figura 3. Emissioni di CO2 e relativo andamento percentuale per i paesi asiatici in confronto con il resto del mondo (1990-2030).

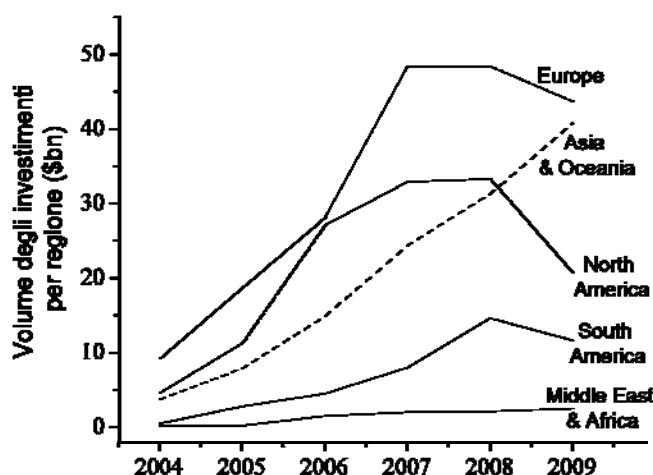


La crescita verde in Asia si trova davanti a una duplice sfida: la necessità da un lato di promuovere la continua crescita e lo sviluppo economico armonioso di un intero continente,

e dall'altro di assicurare che il patrimonio naturale continui a fornire le risorse sulle quali si basa il benessere di sempre più persone. Per fare questo i paesi asiatici continuano ad accelerare gli investimenti nella ricerca e nell'innovazione (figura 4) al fine di rendere possibile un'elevata crescita e dare così origine a nuove opportunità di ordine economico. Nel suo complesso, il settore "energia verde" è sopravvissuto alla crisi economica molto meglio di molti altri, con aumenti del 40% nel 2009. Gli investimenti nel settore dell'energia verde in Asia e Oceania hanno superato abbondantemente quelli delle Americhe, toccando la cifra complessiva di 40,8 miliardi di dollari (2009). Per avere un termine di paragone, basti pensare che gli investimenti europei nel settore, invece, sono scesi a 43,7 miliardi di dollari (-10%) nello stesso periodo.

La Cina ha aggiunto nel 2009 37 GW di capacità di energia rinnovabile - più di ogni altro paese al mondo - toccando il valore di 226 GW di capacità totale nelle rinnovabili. Con una spesa di circa 51 miliardi (+57%) di dollari nel 2009, è uno dei principali investitori asiatici nel settore delle energie rinnovabili. C'è da dire, tuttavia, che l'India ha mostrato ultimamente un ritmo di crescita degli investimenti in questo settore ancora più veloce (+62% nel 2011).

Figura 4. Andamento negli ultimi anni degli investimenti suddivisi per area [3]



Energia umana. Un fatto mai sufficientemente sottolineato è che, su scala globale, l'energia umana/animale è ancora il doppio di quella eolica. Per questo alcuni ricercatori cominciano a sostenere che la forza umana/animale dovrebbe essere inclusa nella "famiglia" delle fonti energetiche rinnovabili al pari del solare, eolico, idroelettrico e biomasse [4]. Una parte del

3 Global Trends in Sustainable Energy Investment 2010 - Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency, United Nations Environment Programme and New Energy Finance (2010).

4 Per approfondire l'argomento "Human Power" si veda: (1) H. Kazerooni, The human power amplifier technology at the University of California, Berkeley, *Robotics and Autonomous Systems*, 19, 2 (1996) 179-187; (2) Abigail R. Mechtenberg, Kendra Borchers, Emanuel Wokulira Miyingo, Farhan Hormasji, Amirtha Hariharan, John Vianney Makanda, Moses Kizza Musaazi, "Human power (HP) as a viable electricity portfolio option below 20W/Capita",

mondo della ricerca, infatti, è interessata alla possibilità di recuperare l'energia da movimenti meccanici del corpo umano (come la contrazione muscolare o la forza idrostatica che il sangue esercita sulle pareti dei vasi), dalle vibrazioni (ad esempio acustiche e ultrasuoni) e dalla forza idraulica (come il flusso dei fluidi corporei e il sangue, la contrazione dei vasi sanguigni, ecc) per alimentare dispositivi elettronici a basso consumo.

Ad esempio, una persona di 60 kg di peso per camminare deve applicare una forza di 588 N ad ogni piede. Se questo movimento è accompagnato da una deformazione di soli 10 mm della scarpa, allora l'energia teorica disponibile è di almeno 5,88 J; e assumendo una frequenza di ripetizione di due passi al secondo, la potenza disponibile per piede è di circa 5,88 W. Un calcolo simile può essere fatto anche per il transito di veicoli pesanti ottenendo, per un singolo veicolo di 40 tonnellate, circa 4 kJ. Le ripercussioni di questi calcoli teorici vanno ben oltre la mera curiosità scientifica: non a caso, infatti, questo tipo di tecnologia - capace di utilizzare la piezoelettricità [5] quale fonte per un campo elettrico - è stata individuata dall'*MIT Technology Review* come una delle dieci più promettenti tecnologie del futuro, e secondo la previsione della *IDTechEx* il mercato mondiale di questi dispositivi nel 2022 sarà di oltre 5 miliardi di dollari [6].

Recentemente, sempre a questo proposito, un gruppo di ricercatori del Department of Electronic Engineering della Sogang University di Seoul (Corea) sono riusciti a costruire un dispositivo leggero ed elastico da indossare per produrre energia dal movimento del corpo umano. Ad esempio, pur con movimenti naturali (lenti e irregolari) di un solo dito della mano si può generare una potenza di uscita di 0,21 mW (power density di 0.05 mW/cm²). La potenza generata da questi "vestiti" utili a convertire il movimento del corpo umano in energia è ancora troppo bassa, ovviamente, ma la questione che rimane aperta è: decideremo - indotti o meno - di tornare al riscio o, comunque, all'energia umana/animale? E, più che altro, sarà questa la vera gallina dalle uova d'oro?

Energy for Sustainable Development, 16, 2 (2012) 125-145; (3) Arjen Jansen, Ab Stevels, Combining eco-design and user benefits from human-powered energy systems, a win-win situation, *Journal of Cleaner Production*, 14, 15-16 (2006) 1299-1306; (4) R.A. Lambert, R.D. Faulkner, The efficient use of human energy for micro-scale irrigation, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 48 (1991) 171-183.

5 La piezoelettricità (dal greco "premere") è la proprietà di alcuni materiali di generare una differenza di potenziale quando sono soggetti a una deformazione meccanica (come l'accendigas presente nelle nostre cucine).

6 <http://www.idtechex.com/research/reports/energy-harvesting-and-storage-for-electronic-devices-2012-2022-000316.asp>