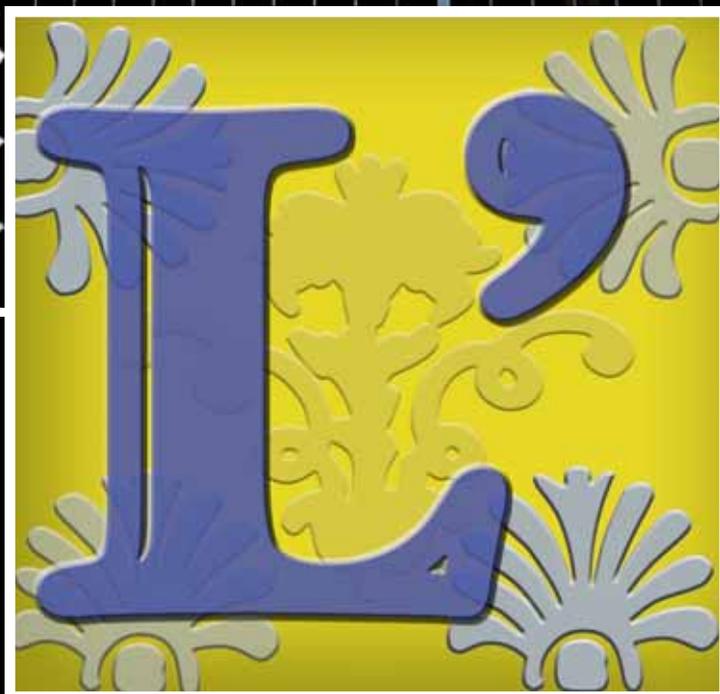


**In parallelo alla crescita della popolazione, aumentano domanda e produzione di energia. Ma se in passato questa dinamica era stata il manifesto di uno sviluppo che non sembrava poter aver fine, ora si affacciano nuovi problemi riguardo le fonti tradizionali e la necessità di migliorare l'uso di quelle rinnovabili.**

Giorgio Nebbia ■



EN



● Il XXI secolo si è aperto con cinque grandi protagonisti energetici: il “re carbone”, che ha dominato per tutta l'Ottocento e la prima metà del Novecento, è stato scavalcato dal petrolio, la cui produzione nel mondo nel 2008 è stata di circa 4,1 miliardi di tonnellate con un “contenuto energetico” di circa 172 exajoule (EJ). Il carbone è al secondo posto con circa 5 miliardi di t, maggiore del petrolio come massa, ma minore come contenuto energetico, solo 140 EJ; poi viene il gas naturale con circa 3.050 miliardi di m<sup>3</sup>, circa 2.500 miliardi di tonnellate (117 EJ); seguono l'energia idroelettrica con 3.200 miliardi di chilowattore (TWh)(circa 30 EJ) e l'energia nucleare con circa 3.000 TWh (26 EJ). Più distanziate le fonti di elettricità rinnovabili come il vento (circa 300 TWh), la geotermia (circa 70 TWh) e altre minori, fra cui il Sole, le biomasse eccetera.

E domani? Come diceva, non ricordo se il solito saggio cinese o Mark Twain, le previsioni sono difficili soprattutto se riferite al futuro. Rispetto ad una produzione energetica totale odierna (2009) di circa 500 EJ/anno per una popolazione di 6,8 miliardi di persone, si può stimare, per un vicino orizzonte del 2025 (fra appena quindici anni), un fabbisogno di energia, per una popolazione di circa 8 miliardi di persone, di circa 600 EJ/anno.

#### **Il problema delle fonti**

È prevedibile un aumento della domanda di energia, da parte dei Paesi emergenti e poveri, sotto forma di combustibili per i trasporti e le

industrie e di elettricità per i servizi. Un crescente uso dei combustibili fossili (nell'ordine: petrolio, carbone e gas naturale) è destinato a scontrarsi con due freni: il graduale impoverimento delle riserve di petrolio e gas naturale e comunque un aumento, o un aumento delle bizzarrie, dei prezzi di questi due combustibili, e crescenti vincoli “ecologici” soprattutto dovuti alla necessità di diminuire l'inquinamento associato a tutti e tre i combustibili fossili. Particolare attenzione viene e sarà in futuro rivolta alle modificazioni climatiche dovute all'aumento della concentrazione nell'atmosfera dei vari “gas serra”, principalmente anidride carbonica, la cui immissione nell'atmosfera è inevitabilmente legata alla combustione di tali combustibili fossili e che solo per la metà sono eliminati dall'atmosfera attraverso il contatto con gli oceani e altri meccanismi di depurazione “naturali”. Le uniche riserve abbondanti sono quelle del carbone che è anche la fonte di energia meno costosa, ma l'eliminazione delle emissioni di gas inquinanti e la sistemazione delle scorie di ceneri e fanghi di combustione sono destinate a far crescere i costi anche del carbone. D'altra parte le promesse di “carbone pulito” sembrano difficili da mantenere per i caratteri chimici, fisici e merceologici del carbone stesso, anzi dei tanti “carbوني” (antraciti, litantraci, ligniti) che la natura offre con così diverse proprietà. Le speranze riposte mezzo secolo fa nell'energia nucleare stanno svanendo, anche in questo caso per ragioni chimiche e fisiche;

# ENERGIA non è una sola

inevitabilmente la produzione di calore dalla fissione dei nuclei "naturali" di uranio e torio e di quelli "artificiali" di plutonio, è accompagnata dalla formazione di atomi radioattivi degli elementi noti, sia nel combustibile irraggiato, sia nelle strutture dei reattori e dei contenitori. Nessuno sa dove mettere queste "scorie" che cominciano a diventare ingombranti e che richiedono sistemi di immagazzinamento e conservazione garantiti (ma come?) per evitare fuoriuscita di questi stessi atomi e danni alla vita umana e non-umana. Inoltre esiste sempre lo spettro che aumenti la produzione di armi nucleari utilizzando i sottoprodotti delle attività nucleari "commerciali". La massima attenzione viene perciò rivolta, nei Paesi di vecchia industrializzazione, in quelli di nuova industrializzazione e soprattutto in quelli sottosviluppati, verso due strade; la prima è quella della razionalizzazione e del contenimento dei consumi di energia, e la seconda è quella delle fonti energetiche rinnovabili.

### Servizi e merci

L'energia, sotto forma di calore e di elettricità "serve" agli esseri umani per ottenere, appunto, dei servizi che a loro volta sono forniti attraverso macchine e prodotti. La combustione dei prodotti petroliferi e del gas naturale "serve" per fornire il calore richiesto per fabbricare metalli e materie plastiche e per soddisfare i bisogni delle abitazioni case e di mobilità; prodotti petroliferi e carbone "servono" a produrre elettricità; l'elettricità serve per soddisfare i bisogni di luce e di calore. Probabilmente bisogna partire dai servizi per capire come possono essere soddisfatti con minori richieste di energia. Qualcosa si sta muovendo, ma lentamente. Il "servizio" illuminazione può essere soddisfatto con lampade che forniscono la stessa quantità di luce con minore consumo di elettricità; sta diminuendo, insomma, il "costo energetico" del servizio "luce".

Il servizio "mobilità" potrebbe essere soddisfatto con mezzi di trasporto, dagli autoveicoli privati ai mezzi di trasporto stradali e ferro-

viari di persone e merci, con minori "costi energetici" intesi come consumo di energia per chilometro percorso da una persona o da una tonnellata di merce, e con minori "costi ambientali", intesi, nel caso delle fonti energetiche, come grammi di anidride carbonica o di polveri eccetera, sempre per km per persona o per tonnellata di merce. Anche la ricerca dell'"efficienza energetica" non è una novità; in tutta la storia dell'industrializzazione i "consumatori" di energia hanno cercato di consumare meno energia a parità di servizio, principalmente per risparmiare soldi. Il grande James Watt (1736-1819) ha scoperto le "leggi" dell'energia non per arricchire i trattati di fisica, ma alla ricerca di qualche macchinario che consentisse di far girare le ruote delle macchine con "meno" carbone e facesse arricchire di più gli imprenditori del suo tempo. Qualcosa si sta lentamente muovendo; sotto la spinta di leggi o anche di incentivi finanziari pubblici. Alcuni mezzi di trasporto vengono venduti con la promessa di fornire il servizio mobilità con un consumo di meno "litri di benzina per chilometro" (col vantaggio anche di emettere meno gas inquinanti come la CO<sub>2</sub> per chilometro). Peraltro, veramente, conta il costo energetico (o il costo ambientale) per chilometro per persona, e questo varia a seconda che un autoveicolo porti una sola persona o due o tre o quattro. Cominciano ad affacciarsi proposte di usare in più persone lo stesso veicolo per lo stesso trasporto, di migliorare il fattore di utilizzazione dei trasporti collettivi stradali e ferroviari. Il costo energetico (in elettricità, in Italia) del percorso Roma-Milano è lo stesso se un treno trasporta cento viaggiatori o mille, ma il costo per km per persona è, nel primo caso, dieci volte superiore. Non sarebbe difficile, volendo, incentivare la diminuzione dei "costi energetici per unità di servizio". Energia occorre per produrre le merci e il costo energetico dipende dalla qualità delle merci (dalla qualità dei frigoriferi e delle caldaie) e dalla durata di ciascuna merce. Il continuo ricambio di oggetti nel-



le case e negli uffici comporta non solo distruzione di materia, e quindi creazione di rifiuti solidi, ma aumento dei consumi di energia. Il rapido ricambio di automobili, di frigoriferi e mobili aiuta l'occupazione dei rispettivi settori produttivi ma comporta aumenti dei consumi e dei costi dell'energia, e più elevati costi dell'energia comportano perdite di occupazione in altri settori. Un capitolo meno esplorato riguarda il costo energetico dei prodotti alimentari per l'energia "consumata", direttamente e indirettamente, nell'agricoltura e nei processi di conservazione, imballaggio e trasporto degli alimenti; anche le mele e la conserva di pomodoro hanno un costo energetico. Sarebbe possibile orientare i consumi verso merci e oggetti a più lunga durata, calcolando di quanto la diminuzione dei consumi degli oggetti nuovi fa diminuire l'occupazione in un settore e lo fa aumentare in altri. Le tavole intersectoriali dell'economia spiegano come circola il denaro fra i vari settori di produzione e consumo, ma occorrono oggi tavole intersectoriali in cui siano spiegate la distribuzione sia dell'energia, sia dell'occupazione fra i vari settori economici.

### Una potenza che si può rinnovare

Per alleviare i costi dovuti all'esaurimento delle riserve di combustibili fossili e all'inquinamento del loro uso viene sempre più spesso proposto il ricorso alle fonti rinnovabili di energia, tutte legate alla fonte prima e gratuita di tutta l'energia, che è il Sole. Si stanno moltiplicando anche in Italia gli impianti che producono energia dal Sole sotto forma di elettricità direttamente mediante impianti fotovoltaici e forse in futuro termoe-

lettrici per effetto Peltier, o sotto forma di calore a bassa temperatura (soprattutto per riscaldamento di acqua e di edifici) e ad alta temperatura, mediante concentrazione, per ottenere vapore con cui alimentare centrali termoelettriche tradizionali. Il principale inconveniente sta nel fatto che occorrono grandi superfici per ottenere rilevanti quantità di energia commerciale e che l'energia solare è intermittente e variabile nei vari mesi dell'anno. Come ordine di grandezza si può stimare che si ottengano circa 1.000 kWh/anno di elettricità, o l'equivalente di calore, da una superficie di 10 m<sup>2</sup>; sembrerebbe poco, ma è tantissimo se si pensa a tutte le superfici terre

stri esposte al Sole e inutilizzate, dai deserti ai tetti degli edifici... e delle automobili. Solo in Italia un solo metro quadrato di celle fotovoltaiche sul tettino di 40 milioni di autoveicoli in cammino o in sosta potrebbe fornire ogni anno 5 miliardi di kWh di elettricità, una piccola ma non trascurabile frazione dei 300 miliardi di kWh/anno della richiesta di elettricità italiana. Eppure l'elettricità solare in Italia è appena, nel 2008, di circa 0,05 miliardi di kWh/anno. Il vento, la forza dello spostamento delle masse d'aria dalle zone scaldate dal Sole verso le zone fredde e viceversa, già fornisce in Italia circa 4 miliardi di kWh di elettricità all'anno (2008). Ma altre strade porrebbero essere battute nel mondo. Il moto delle acque sulla superficie delle terre

emerge ha "dentro di sé" un contenuto energetico di decine di migliaia di miliardi di kWh/anno, ma solo 13.000 miliardi di kWh/anno sono recuperati nel mondo come energia idroelettrica. Nelle zone vicine agli oceani il vento tiene in moto le onde che scaricano una parte dell'energia ricevuta dal vento, e quindi ancora dal Sole, sulle coste con una potenza stimata, in molte delle migliaia di chilometri di coste, di alcuni megawatt (di alcuni milioni di kWh/anno) per chilometro di costa. Ma soprattutto l'energia del Sole genera, attraverso la fotosintesi, circa 100 miliardi di tonnellate ogni anno di biomassa vegetale con un "contenuto energetico" di oltre 1.000 EJ/anno (1 EJ = 10<sup>18</sup> J), il doppio di tutta l'energia usata nel mondo ogni anno. È vero che la maggior parte di questa biomassa si trova nelle foreste e nei vegetali usati come alimenti animali (umani compresi) e per fini economici, ma il ciclo Sole-vegetali-animali mette a disposizione a fini energetici commerciali una rilevante massa di materiali suscettibili di trasformazione in combustibili liquidi o gassosi. Le poche precedenti considerazioni mostrano quanto lavoro ci sia ancora da fare per comprendere e governare il flusso di energia sul pianeta e il suo uso a fini umani e di sviluppo economico. Tutto il potere all'energia. ■