

Diversi rapporti sull'ambiente evidenziano la necessità di limitare le cause dei cambiamenti climatici, dovuti anche alla mancata produzione di energia pulita

CRISTINA PAVERI

L'industria dell'energia

Quali sono le risorse energetiche disponibili e quali gli scenari per uno sviluppo sostenibile a basso impatto ambientale?

La quantità di energia disponibile sul mercato dovrà raddoppiare entro il 2050 se vorrà soddisfare le richieste di un'economia globale caratterizzata dalla continua crescita dei prezzi energetici: è questa la conclusione alla quale è giunto il XX Consiglio mondiale dell'energia (WEC World Energy Council 2007 - Roma), tenutosi a novembre 2007.

Nel "Survey of Energy resources 2007" si ipotizza che l'80 per cento della richiesta totale sarà ancora soddisfatta dai combustibili fossili e gli esperti assicurano che le risorse mondiali saranno sufficienti, garantendo un'efficace distribuzione dell'energia e una gestione ecocompatibile dei gas serra. Diversi rapporti dedicati all'ambiente, però, evidenziano l'urgente necessità di limitare le cause dei cambiamenti climatici, in particolare quelle dovute a fattori umani:

secondo il "Rapporto energia e ambiente Enea 2006" le determinanti umane sarebbero responsabili per il 90 per cento delle emissioni di gas serra nell'atmosfera.

Disponibilità di riserve, risorse e tecnologie

È possibile ipotizzare scenari plausibili solo a partire da un'analisi delle risorse, delle riserve e delle innovazioni tecnologiche esistenti, le quali variano in funzione della situazione geopolitica dei Paesi produttori di energia e dell'aumento nella domanda di Cina e India.

In particolare, fra le diverse risorse energetiche oggi impiegate spicca prima di tutto il **carbone**; abbondante e ben distribuito a livello mondiale, presenta riserve in oltre 70 nazioni e con l'attuale tasso di produzione si calcola che tali riserve saranno sufficienti per altri 150 anni.

Un'alternativa potrebbe consistere nell'utilizzo di combustibili CTL (Coal To Liquid) puliti, derivanti dalla liquefazione del carbone stesso. La produzione di carbone pulito si ottiene controllando le emissioni di zolfo, degli ossidi di azoto e di particolato e migliorando le prestazioni degli impianti. La tecnologia Igcc (Integrated gasification combined cycle), in cui il carbone sottoposto a reazione forma un gas di sintesi a base di idrogeno e monossido di carbonio, utilizza una turbina a gas per generare elettricità. Il calore disperso viene a sua volta impiegato per potenziare il vapore destinato a una turbina a vapore secondaria, aumentando così il rendimento e riducendo le emissioni. Nel processo CCS (Carbon Capture and Storage), invece, si elimina l'anidride carbonica separandola dal gas e stoccandola nel sottosuolo. Infine, per ridurre l'emissione dei gas serra è in fase di

sviluppo la tecnologia CMM (Coal Mine Methane - metano da filoni di carbone), risorsa ancora ampiamente disponibile e poco sfruttata.

A ogni modo, il combustibile più importante è senza dubbio il **petrolio grezzo**, che contribuisce al 36,4 per cento dal consumo di energia mondiale: non si prevede una riduzione significativa del suo utilizzo nei prossimi decenni. Il 62 per cento delle riserve è concentrato in Medio Oriente, il 47 per cento è già stato consumato e si stima che il picco di utilizzo sarà raggiunto entro 20 o 30 anni, data a partire dalla quale sarà inevitabile un declino nella produzione di petrolio convenzionale. Questo esaurimento di risorse, unito ad altri fattori quali l'aumento della domanda, la distruzione di riserve come risultato dell'instabilità politica, degli attacchi terroristici e di disastri naturali come gli uragani, l'indebolimento del dollaro e le speculazioni finanziarie sono le cause che hanno determinato l'aumento del costo di questo combustibile primario. Al terzo posto, dopo petrolio e carbone, viene il **gas naturale**, soprattutto grazie alle importanti innovazioni tecnologiche che ne hanno migliorato il trasporto, con la liquefazione, mediante gasdotti a lungo raggio e infrastrutture 'off-shore'. Le nuove cisterne per gas naturale liquefatto LNG sono più grandi e presentano un migliore isolamento, nonché impianti di propulsione più efficienti. In alternativa, è possibile convertire il gas in GTL (Gas To Liquid), una tecnologia però oggi ancora troppo costosa, oppure avvalersi della tecnica CNG del gas naturale compresso per il trasporto di piccole quantità di esso per brevi distanze. Avanzamenti nei semiconduttori e nei materiali isolanti potrebbero ridurre i costi di trasporto dell'elettricità ad alta tensione, consentendo di sfruttare la conversione di gas in elettricità. Infine, ottimi risultati nell'esplorazione hanno consentito un aumento annuo del 3,4 per cento delle riserve di gas naturale, con un forte potenziale di crescita. Concentrato nel territorio russo e mediorientale con il 73 per

cento di risorse, è questo, dunque, il combustibile fossile a minore impatto ambientale.

Produzioni minori

Prendendo in considerazione altre tipologie di risorse energetiche, occorre ricordare i vasti giacimenti di **argillite petrolifera**, databili dal Cambriano al Terziario, che si trovano in diversi Paesi. Si tratta, però, di riserve ancora poco sfruttate per gli elevati costi di estrazione. Sono formati da rocce sedimentarie a grana fine con elevate quantità di materia organica, da cui è possibile estrarre argillite petrolifera e gas combustibili mediante distillazione. La materia organica, composta da carbonio, idrogeno, zolfo e azoto, forma una struttura macromolecolare insolubile nei comuni solventi organici, che deriva da diversi tipi di alghe marine e lacustri con tracce di vegetazione terrestre. I batteri presenti generano gas come il metano biogenico.

Bitume naturale e **petrolio extra pesante**, invece, devono il proprio sviluppo all'aumento del prezzo del petrolio. Sono caratterizzati da elevata viscosità, densità e concentrazione di azoto, ossigeno, zolfo e metalli pesanti; sono ciò che rimane del petrolio convenzionale dopo la degradazione a opera di batteri. Sono costosi da estrarre, da trasportare e da raffinare, tuttavia la loro produzione è arrivata a 1,6 milioni di barili al giorno. Le risorse disponibili sono vaste e in espansione e il bitume è geograficamente ben distribuito.

La tecnologia di produzione è in funzione della profondità del giacimento: in Canada, ad esempio, il bitume naturale viene separato dalla sabbia con un processo ad acqua calda, quindi raffinato e successivamente trasportato alle raffinerie tradizionali. A profondità maggiori si ricorre alla tecnologia di produzione a freddo. Per ridurre la viscosità del bitume, infine, si può innalzare la temperatura mediante l'iniezione di vapore. Per quanto concerne, poi, l'**uranio** e l'**energia nucleare**, dal 2007 sono 435 i reattori nucleari in funzione in grado di generare complessivamente

367 Gw_e. Dopo quasi vent'anni di stagnazione, questa fonte energetica riscuote oggi nuovo interesse perché pulita, abbondante e competitiva, sebbene richieda infrastrutture complesse e un alto investimento iniziale. I costi del nucleare aumentano in percentuale minima rispetto all'aumento del costo dell'uranio, poiché ne servono quantità minime; questo minerale, poi, è disponibile in vari Paesi e non genera emissioni. Le opinioni sul nucleare rimangono divise in Europa: alcuni Stati sono favorevoli, altri (Italia, Austria, Danimarca e Irlanda) lo hanno bandito; Svezia, Belgio e Germania seguono politiche di denuclearizzazione.

I maggiori produttori di uranio sono Canada e Australia. Dopo un periodo di deprezzamento dell'uranio, l'aumento dei prezzi ha portato alla rivalutazione delle risorse già esistenti.

Sfruttare le fonti rinnovabili

Le energie rinnovabili rappresentavano già nel 2005 un quinto della produzione totale di energia. In particolare, per quanto concerne l'**energia idroelettrica**, ossia l'energia elettrica prodotta sfruttando la forza cinetica dell'acqua, contribuisce all'87 per cento della produzione totale. Grazie alla sua flessibilità può essere utilizzata in sinergia con altri tipi di fonti rinnovabili, con l'intento di generare emissioni minime. I maggiori produttori sono Brasile, Canada, Cina, Russia e Stati Uniti. Non produce emissioni e l'unico impatto ambientale è dovuto agli sbarramenti artificiali necessari per incanalare e sfruttare l'acqua. La **torba**, invece, è un composto organico composto da materia vegetale decomposta e minerali depositati; i giacimenti sono abbondanti e distribuiti con una maggiore concentrazione in America e Asia. Viene estratta sottoforma di zolle o granuli fini a elevato contenuto acquoso. I principali produttori sono Irlanda, Finlandia, Bielorussia, Russia, Svezia e Ucraina. Dal punto di vista dell'impatto ambientale, la torba rappresenta una soluzione migliore rispetto ai carburanti fossili.



Lo sviluppo tecnologico ha portato a un utilizzo più efficiente dei sistemi eolici

Si definisce, poi, **bioenergia** l'energia prodotta da materiale vegetale, ad esempio biomassa legnosa (legna da ardere, carbone ligneo derivato dalla conversione termica del legno e 'black liquor'), biomasse d'altro tipo, biocarburanti quali l'etanolo ricavato dal mais e il biodiesel da oli vegetali, grassi animali e grasso sottoposto a esterificazione. La fonte più abbondante disponibile in natura di energia rinnovabile e pulita è, a ogni modo, quella solare. L'irradiazione è di 1.367 W/m^2 , ma tenendo conto delle variazioni giornaliere e stagionali e dell'attraversamento dell'atmosfera, solo 170 W/m^2 medi annuali raggiungono la superficie terrestre. Per convertire la luce solare in elettricità si utilizzano collettori termici solari per applicazioni di riscaldamento di aria e acqua a temperature adatte anche ad applicazioni industriali, nonché collettori solari fotovoltaici (PV), basati su silicio cristallino o policristallino. Il fotovoltaico, con un tasso di crescita del 35 per cento annuo, è caratterizzato da costi in diminuzione e da un aumento dell'efficienza, ottenuto grazie all'introduzione di nuovi materiali che permettono di realizzare celle solari a film sottile, quindi sovrapponibili a strati. Le celle solari 'multigiunzione' raddoppiano il rendimento delle normali celle al silicio senza aumentare i costi. Il successo dell'energia solare è legato alla capacità di realizzare

sistemi d'immagazzinamento della stessa, che permettano di superare gli inconvenienti dell'intermittenza. Utilizzata in oltre 70 Paesi, l'**energia geotermica** è invece indipendente dalle condizioni meteorologiche e presenta possibilità d'immagazzinamento intrinseco. Una delle zone più ricche di fonti geotermiche è l'America Centrale. L'energia è generata e immagazzinata nel nucleo, nel mantello e nella crosta terrestri con temperature che raggiungono $1.000 \text{ }^\circ\text{C}$. Questo calore viene trasferito per conduzione alla superficie della terra. Le fonti si possono suddividere in base alla correlazione o meno all'attività di vulcani. Risorse ad alta temperatura legate ai fenomeni vulcanici sono diretta conseguenza dell'attività tettonica delle placche terrestri: l'acqua calda presenta una densità inferiore rispetto all'acqua circostante e fluisce dunque attraverso la crosta terrestre fratturata. Le risorse geotermiche a bassa temperatura sono correlate, invece, alla circolazione profonda di acqua meteorica lungo faglie e fratture, rocce ad alta porosità e all'interno di formazioni rocciose calde a bassa porosità. Due sono gli impieghi possibili: la generazione di elettricità mediante turbine a vapore di tipo tradizionale in impianti di condensazione e l'applicazione diretta basata su pompe di calore geotermiche (GHP). Infine, l'**energia eolica** presenta

risorse ben distribuite. Con una capacità totale di circa 72.000 MW alla fine del 2006, la Germania ne è il maggiore produttore. Nelle ultime applicazioni, le turbine eoliche presentano un aumento nelle dimensioni (diametro fino a 70 m) e nella potenza, generando oltre 2 MW (5 MW e 110 m 'off-shore'). Lo sviluppo della tecnologia ha portato all'utilizzo di azionamenti a velocità variabile, che consentono di ridurre la rumorosità e il carico al motore e al sistema di conversione dell'energia. L'impatto ambientale, dovuto appunto alla rumorosità, impone di tenere delle distanze minime dai centri abitati.

Scenari verso il 2050

Secondo lo studio del XX World Energy Congress (www.rome2007.it), l'espansione del mercato energetico sarà dominata innanzitutto dai prezzi, destinati a crescere. Il loro aumento porterà al miglioramento delle tecnologie di estrazione e produzione e a una maggiore diversificazione delle fonti. Si assisterà, quindi, a un incremento dello sfruttamento delle centrali idroelettriche, di quelle nucleari, dei biocarburanti e delle energie rinnovabili. Lo studio fissa alcuni obiettivi misurabili per capacità di accesso (oggi circa 2 miliardi di persone non hanno accesso ad alcuna fonte di energia), sicurezza degli approvvigionamenti (raccomandando di potenziare gli investimenti nelle infrastrutture) e compatibilità ambientale delle varie fonti energetiche, con l'obiettivo di diminuire il livello di emissioni di gas serra. Le raccomandazioni degli esperti per una politica energetica sostenibile spingono verso una migliore efficienza energetica, tendono a fissare un prezzo a livello mondiale per le quote di anidride carbonica, a sviluppare una maggiore integrazione fra i diversi mercati energetici e a creare una nuova struttura internazionale, per facilitare il trasferimento di tecnologia dai Paesi più sviluppati a quelli meno sviluppati, intensificando il dialogo mondiale sul tema della sicurezza della domanda e dell'offerta. ■