

## Terra, Aria, Fuoco, Acqua

### Il Mediterraneo nei quattro elementi

“L’energia nella filosofia di Aristotele è l’atto”

L'energia è il più grande dei doni che la vita ci ha elargito, perché ci permette di essere consapevoli dei nostri pensieri e delle nostre emozioni e ci conferisce il dono della volontà, del libero arbitrio.

Negli ultimi due secoli della rivoluzione industriale, il quadro energetico globale si è sviluppato progressivamente e spontaneamente grazie ad una successione di tecnologie, a loro volta determinate dallo sviluppo naturale del mercato. La continuazione di tale processo spontaneo non è oggi più accettabile, tenendo conto anche degli effetti secondari dovuti all'utilizzazione sempre più massiccia delle fonti energetiche sugli individui e sul pianeta.

nel passato del nostro continente, molti grandi problemi hanno trovato adeguata soluzione grazie all'uso oculato e fiducioso della tecnologia e dell'innovazione, nel rispetto dei limiti sociali, economici e ambientali. Sarà, a mio parere, così anche nel caso della realizzazione di nuove fonti di energia illimitate, economiche ed abbondanti per il futuro dell'umanità.

I Paesi che si affacciano sul Mediterraneo possono essere idealmente raggruppati in tre aree geopolitiche al loro interno relativamente omogenee e tra loro molto diverse: la frontiera meridionale dell'Unione Europea, la riva adriatica della regione balcanica ed il nord Africa.

L'elenco delle differenze è molto lungo. la prima distinzione che salta agli occhi è quella che divide i Paesi importatori di materie prime energetiche dai Paesi esportatori. Spagna, Francia ed Italia importano la maggior parte dell'energia da fonte primaria utilizzata per coprire i rispettivi fabbisogni. Non va, infatti, dimenticato che la centrali nucleari francesi utilizzano URANIO importato. Sulla sponda opposta del Mediterraneo Libia e Algeria sono grandi produttori di GAS NATURALE, che esportano anche verso l'Italia. In una posizione intermedia si colloca la regione dei Balcani, che presenta consumi relativamente contenuti, abbondanza di bacini idroelettrici ed una collocazione geografica che la pone sul luogo di transito dei futuri gasdotti che collegheranno l'Unione Europea ai giacimenti asiatici.

Da un lato, quindi, Paesi energivori ,sprovvisti di combustibili fossili, dall'altro Paesi con economie meno sviluppate ma ricchi di energia. Creare mercati nazionali ed integrarli è servito, tra le altre cose, a facilitare lo scambi di energia tra Paesi. Il mondo energetico è tuttavia al centro di profonde trasformazioni, che interessano tutte le fasi della filiera, dalla produzione agli impieghi finali, passando per il trasporto e più in generale per la gestione dei servizi di rete. I ruoli tradizionali di Paesi esportatori ed importatori netti di energia stanno evolvendo. Si pensi ad esempio alla rivoluzione innescata dallo shale gas, che sta trasformando gli Stati Uniti da Paese importatore di gas a Paese esportatore. Nuove rotte per i flussi energetici si stanno aprendo, rendendo quanto mai attuale l'esigenza di completare

l'integrazione internazionale dei mercati energetici, sia attraverso la condivisione di regole comuni sia potenziando le vie di trasporto, siano esse elettrodotti, gasdotti o terminali di rigassificazione.

Decisioni politiche di un Paese hanno ripercussioni sul funzionamento del mercato degli altri paesi. La politica energetica ha assunto dimensioni comunitarie, senza peraltro che essa faccia parte dei poteri comunitari. La politica energetica comunitaria è quindi oggi caratterizzata da una estrema debolezza, e si limita all'armonizzazione delle regolamentazioni, delle politiche ambiente o della tassazione. Nel caso specifico del nostro Paese, un ulteriore elemento – in aggiunta a quelli menzionati sopra – è costituito dalla forte, patologica dipendenza dell'Italia da fonti estere di energia primaria, anche a causa della mancanza di una vigorosa politica di valorizzazione delle risorse energetiche endogene, che potrebbe trarre vantaggio dalla locazione geografica del nostro Paese, specialmente del Mezzogiorno d'Italia, nettamente favorevole allo sfruttamento diretto e massiccio delle energie rinnovabili.

Consumo energetico e prodotto interno lordo (PIL) sono correlati attraverso la cosiddetta intensità energetica. Per ogni Euro di ricchezza prodotta in Italia è richiesta una quantità di energia equivalente all'incirca a 184 grammi di petrolio.

Il problema dell'energia oggi è largamente discusso da tutti. L'energia ha potentissimi effetti di "cross-fertilization": è un elemento portante per tutti i campi sia della produzione che dei servizi. Come tale è un campo nel quale la ricerca e l'innovazione sono straordinariamente urgenti ed importanti.

Oggi il prezzo di borsa dell'energia elettrica in Italia è largamente più elevato di quelli dei paesi limitrofi. Il suo costo in euro è pari a 57.9 Euro/MWh, mentre è 34.9 in Spagna, 29.4 in Germania 29.4 in Francia e 25.7 in Inghilterra.

Prendendo il binomio Germania-Francia come 1, il costo in Italia è +97 % più alto, in Spagna +18% e nel Regno Unito -13% inferiore.

Si noti che non esiste una chiara differenziazione tra paesi che hanno investito nel nucleare, come ad esempio estremo la Francia e ad esempio l'Austria che ha, come l'Italia, escluso il nucleare.

Una produzione economicamente ottimizzata deve quindi disporre di ambedue le sorgenti. Ne sono esempi la Germania che produce ben 53% dell'energia elettrica dal carbone 30% dal nucleare, 12% dal Gas Naturale e 5 % dall'idroelettrico, il Regno Unito che basa la sua energia 33% dal carbone e 42% dal Gas di produzione nazionale (mare del nord) e la Spagna con 27% dal gas, 35% dal carbone e 11% dall'idroelettrico e 27 % dal nucleare.

Va inoltre sottolineato che esiste una forte correlazione tra i costi del petrolio e del gas naturale, che ambedue sono in tendenza alla crescita. Invece il costo del carbone estero, oggi soprattutto prodotto in superficie (il costo in miniera profonda non è competitivo specialmente nei paesi avanzati) è rimasto straordinariamente costante, anzi è in lenta decrescita, grazie al fatto che esso è prodotto in grande abbondanza da un numero stragrande di paesi e che quindi la forte competizione stabilizza i prezzi.

Va anche ricordato che il consumo elettrico aumenta in Italia di più del 2% all'anno e che nuove sorgenti di energia elettrica nazionali sono urgenti, il consumo di energia elettrica estera avendo già raggiunto livelli di guardia. Ciò in pratica significherebbe costruire in Italia un numero di centrali dell'ordine di ben 15-20 del tipo EPR, con un finanziamento pari a 50 ÷ 65 miliardi di Euro, che sarebbero ripagati durante i 40-50 anni di vita degli impianti, con un accumulo di scorie all'incirca 50 volte quelle oggi esistenti in Italia.

Quali Regioni saranno disposte a localizzare nel proprio territorio un numero così cospicuo di impianti ? Non esistono oggi Paesi che siano pronti ad accollarsi le scorie degli altri.

Quindi il problema delle scorie italiane rimane intero: non è detto che non si possa fare, ma deve essere discusso ed accettato dalla popolazione assieme alla decisione sulla costruzione delle future centrali.

Nel contesto di crescente domanda di idrocarburi e crescente concorrenza per le loro forniture l'Italia rischia di essere particolarmente svantaggiata. A seguito della rinuncia al nucleare (peraltro ora ripreso in considerazione) e a causa dello scarso utilizzo del carbone per la generazione elettrica e dell'ancora limitato sviluppo delle rinnovabili, il mix produttivo italiano si è progressivamente sbilanciato verso il gas: oggi l'Italia è il paese che, in proporzione, utilizza più gas per il proprio fabbisogno energetico rispetto a tutti gli altri paesi europei.

Peraltro, al di là dei problemi di sicurezza delle forniture, tale scelta si rivela penalizzante anche da un punto di vista economico. In realtà, la tendenza a un utilizzo estensivo del gas è già in atto anche in molti altri paesi europei, come conseguenza delle preoccupazioni sul cambiamento climatico e dei processi di liberalizzazione in corso. Fra tutte le tipologie di centrali termiche, infatti, le centrali a ciclo combinato a gas offrono ottime prestazioni di funzionamento e ambientali a fronte di costi di investimento e gestione relativamente contenuti. A causa dell'esaurimento dei giacimenti europei, però, l'aumento dell'utilizzo del gas in Europa, comporterà inevitabilmente anche un aumento della dipendenza energetica continentale dai paesi produttori, Russia e Algeria in primo luogo.

L'Italia già oggi importa praticamente l'intero quantitativo di carbone che utilizza, nonchè una percentuale molto rilevante di petrolio e gas. La situazione è destinata a peggiorare: si stima che già a partire dal 2025 il nostro Paese importerà praticamente l'intero quantitativo di fonti primarie destinate a soddisfare il proprio fabbisogno.

Se si considera che per molti anni ancora le fonti alternative, pur fondamentali e in rapido sviluppo anche alla luce degli impegni presi in ambito UE, saranno in grado di soddisfare solo una quota parziale del fabbisogno energetico, si evince come il tema della dipendenza energetica e della sicurezza delle forniture di combustibili fossili sia determinante per lo sviluppo dei prossimi anni.

Alle criticità derivanti dal particolare mix di combustibili utilizzato nel nostro Paese, si aggiungono quelle di un sistema infrastrutturale in parte non adeguato al progressivo evolversi della domanda, soprattutto per il sistema di approvvigionamento di gas. La liberalizzazione elettrica ha comportato in Italia un massiccio programma di investimenti in nuove centrali, in gran parte cicli combinati a gas.

Tale sviluppo della domanda di gas trainata dal settore elettrico, però, non ha comportato, come ci si sarebbe potuto aspettare, un conseguente aumento degli investimenti anche nel settore del gas e in particolare in infrastrutture di importazione e stoccaggio. A causa di

alcune criticità e incertezze regolatorie, gli investimenti in tali infrastrutture non hanno subito la stessa accelerazione che si è verificata nel settore elettrico e oggi l'Italia, pur essendo fra i principali utilizzatori di gas in Europa, dispone ancora di un solo terminale di rigassificazione (Panigaglia), peraltro di capacità limitata e di una capacità di trasporto via tubo e di stoccaggio in parte insufficiente, anche se negli ultimi mesi finalmente, alcuni importanti progetti sembrano avviarsi alla fase di realizzazione.

## Energia sostenibile

Siamo natura, aria, acqua, sole...

Se vengono a mancare gli elementi di base, se non ci impegniamo a salvaguardare la natura che ci circonda e di cui siamo parte, se non diventiamo noi stessi sostenibili e a impatto zero, dove andremo? Come sopravviveremo?

L'impiego massiccio delle fonti RINNOVABILI ha dato avvio ad una vera e propria rivoluzione nelle modalità utilizzate per produrre energia e renderla disponibile ai consumatori. Dal punto di vista degli scambi internazionali, va tenuto conto che, con la diffusione delle RINNOVABILI cambia la localizzazione geografica delle fonti. Mentre i combustibili fossili sono concentrati in alcune aree del Pianeta, il sole, il vento, l'acqua, l'energia geotermica sono distribuiti in maniera alquanto omogenea. Ogni Paese, seppure in maniera differente, dispone di una dotazione di FONTI ENERGETICHE PRIMARIE RINNOVABILI.

### Energia solare

L'energia derivante dall'irraggiamento del sole al suolo costituisce un serbatoio immenso di energia pulita, rinnovabile e a costo zero come materia prima, ma non tutta la superficie terrestre risulta omogeneamente irraggiata, per cui questa fonte può essere sfruttata solo entro una fascia ristretta, corrispondente alle regioni comprese tra il 45° di latitudine nord e sud. La disomogeneità dipende dalla nuvolosità (le nuvole assorbono una grande quantità di radiazioni), dall'incidenza dei raggi solari (maggiore è l'inclinazione dei raggi solari, minore è l'energia che giunge al suolo), dalla massa atmosferica che sovrasta la superficie terrestre. Il problema principale incontrato nel suo sfruttamento è dovuto alla sua diluizione, per cui sono necessari spazi relativamente grandi allo scopo di raccogliere questa energia, ed eventualmente concentrarla. Un altro inconveniente è dato dall'irregolarità dell'irraggiamento dovuto all'alternarsi del dì e della notte e dall'alternarsi delle stagioni (quest'ultimo aspetto diviene rilevante nelle zone temperate).

Come fonte di energia diretta il calore del sole non è certo una scoperta recente, ma solo nell'ultimo ventennio, in seguito alla crisi energetica del 1973, si è incominciato a guardare con attenzione al sole come fonte alternativa per la produzione di energia elettrica.

La tecnologia più utilizzata è quella della conversione fotovoltaica. Centrali elettriche che si alimentano grazie all'energia solare sono già in funzione in diverse parti del mondo, ma la quantità di energia che esse erogano continua a rappresentare una quota irrisoria, rispetto

alla produzione mondiale complessiva di energia elettrica. Il più grande impianto in esercizio è situato in California, presso Los Angeles, che, con i suoi 118 pannelli di grandi dimensioni, può generare fino a 10 mila kW di elettricità. In Europa, la maggior centrale fotovoltaica sorge ai piedi del Gargano in Puglia, su un'area di 4000 mq.

Il calore del sole, invece, può essere sfruttato per produrre acqua calda:

a bassa temperatura, nei mini-impianti familiari;

ad alta temperatura, per produrre vapore che mette in funzione una turbina per la produzione di energia elettrica, nelle centrali termiche; in queste centrali i raggi vengono riflessi da numerosi specchi parabolici, fissi, o talvolta mobili, su una caldaia contenente acqua, che viene così portata allo stato di vapore.

Gli inconvenienti derivanti dalla nuvolosità, dalla densità dell'atmosfera e dall'incidenza dei raggi solari hanno indotto i tecnici della NASA, l'ente spaziale americano, a progettare per il futuro il modo di captare l'energia solare nello spazio, sopra l'atmosfera, mediante la collocazione in orbita di un satellite geostazionario, capace di catturare l'energia della radiazione solare mediante pannelli fotovoltaici.

## Energia eolica

A partire dagli anni Settanta gli studi e le applicazioni tecnologiche legati allo sfruttamento dei venti per la produzione di energia hanno avuto un nuovo impulso.

Tre elementi giocano, in particolare a favore di questo tipo di energia: è assolutamente pulita dal punto di vista ecologico (v. impatto ambientale), è rinnovabile e la materia prima è a costo zero.

Per contro non tutti i luoghi del pianeta risultano idonei all'installazione di impianti eolici: per l'irregolarità dei venti in certe regioni, oppure per la loro debolezza, visto che per essere sfruttabili devono soffiare a una velocità non inferiore ai 4 m/s e per almeno un centinaio di giorni all'anno; a causa degli elevati costi di trasporto non sono adatti quei siti lontani dai luoghi di utilizzo; la tecnologia sinora elaborata non consente di creare stazioni eoliche in grado di fornire grandi quantitativi di energia.

Questa forma di energia, comunque, risulta senz'altro competitiva, sia dal punto di vista economico sia dal punto di vista ambientale. Esistono impianti in Canada, Stati Uniti, Belgio, Olanda, Germania, Danimarca.

La Svezia, essendosi impegnata a smantellare le 12 centrali nucleari entro il 2001, ha impostato un nuovo piano che prevede la realizzazione di 300 centrali, ancorate al fondale marino, poco al largo delle coste, per sfruttare sia i movimenti delle masse d'aria di direzione nord-sud, sia le brezze di mare e di terra.

In Italia l'installazione di generatori eolici attraversa una fase ancora sperimentale. Le zone giudicate interessanti per eventuali installazioni sono: il crinale appenninico, le fasce costiere delle regioni meridionali, le isole del basso Tirreno e Pantelleria.

## Energia idrica

Grazie all'acqua si ottiene su tutta la Terra circa il 6,7% del complessivo fabbisogno energetico e oltre il 20% dell'energia consumata.

Il terzo mondo continua a fare affidamento su questa risorsa economicamente conveniente e pulita, ma messa in discussione a causa del grave impatto ambientale. I bacini artificiali, infatti, sconvolgono i precedenti equilibri ecologici, distruggono foreste e risorse faunistiche e generano serie ripercussioni sul clima. Zambia e Zimbabwe, dopo l'inaugurazione della diga di Kariba sullo Zambesi, coprono l'intero loro fabbisogno di energia elettrica con quanto è prodotto dagli impianti che, arrestando il corso del fiume, hanno dato vita a un lago di considerevoli dimensioni.

Nei paesi a più avanzato sviluppo economico, la preferenza per le centrali idriche non è venuta meno, ma si tende a privilegiare gli impianti piccoli, dal minor impatto ambientale. Oggi la tecnologia consente di ottenere energia a prezzi convenienti dando vita così all'installazione di impianti non solo nelle regioni di montagna ma anche in pianura. Nei paesi sviluppati il potenziale idroelettrico è stato fino a ora adeguatamente utilizzato, soprattutto in quelle situazioni caratterizzate da una forte dipendenza dall'estero in campo energetico. Le possibilità di sfruttamento nei paesi in via di sviluppo, invece, viste le abbondanti risorse idriche, appaiono enormi, ma con tutte le riserve derivanti dalle considerazioni ecologiche indicate.

Nel nostro paese l'energia idroelettrica ha giocato un ruolo particolarmente rilevante dalla metà degli anni venti fino agli anni cinquanta. Negli ultimi venti anni si è registrato in sensibile calo, con un tasso che oggi tocca appena il 10%, poichè la forte crescita dei consumi energetici è stata fronteggiata per lo più con il ricorso alle centrali termoelettriche.

Dal moto ondoso degli oceani e dai flussi di marea, teoricamente, si potrebbero recuperare grandi quantità di energia. Il primo impianto per lo sfruttamento dell'energia delle onde di marea è stato costruito in Francia, ma ha parzialmente deluso, poichè il costo di produzione dell'energia si è rivelato superiore a quello idroelettrico convenzionale.

## Energia geotermica

La temperatura della Terra aumenta di circa un grado ogni 30 metri di profondità. Nelle zone geologicamente attive, come quelle vulcaniche, il gradiente è ancora maggiore. Oggi in tutto il mondo circa 130 impianti utilizzano il vapore acqueo proveniente dal sottosuolo a fini energetici. L'Islanda è il paese dove si dà maggiore importanza alla geotermia, grazie all'abbondanza di questa risorsa. Come per altre fonti cosiddette alternative, il recupero e l'utilizzazione del calore contenuto nella crosta terrestre ha assunto maggiore importanza in seguito all'esigenza di diversificare le fonti di energia.

Quella geotermica è una fonte energetica a erogazione continua e indipendente da condizionamenti climatici, ma essendo difficilmente trasportabile, è utilizzata per usi prevalentemente locali.

La risorsa geotermica risulta costituita da acque sotterranee che, venendo a contatto con rocce ad alte temperature, si riscaldano e in alcuni casi vaporizzano. A causa dell'esaurimento che dopo un certo numero di anni possono subire i campi geotermici, sono stati avviati esperimenti per tentare operazioni di ricarica.

Un interessante uso delle acque geotermiche a basse temperature è costituito dall'innaffiamento delle colture di serra o all'irrigazione a effetto climatizzante, in grado di garantire le produzioni agricole anche nei paesi freddi.

### Energia dalle biomasse

La legna sotto forma di combustibile è la biomassa di gran lunga più importante. Nel Sud della Terra l'80% della popolazione se ne serve quotidianamente per la produzione di energia.

La biomassa costituisce una risorsa rinnovabile e inesauribile, a patto che essa venga sfruttata non oltrepassando il ritmo di rinnovamento biologico. Altri limiti sono rappresentati dall'estensione delle superfici coltivate e dai vincoli climatici che condizionano la crescita delle diverse specie.

Le biomasse hanno origini differenti:

da boschi e foreste naturali,

da piante coltivate appositamente per scopi energetici,

dai residui altrimenti inutilizzabili di produzioni destinate all'alimentazione umana o animale,

da rifiuti organici.

In relazione alla loro natura e composizione, le biomasse possono essere convertite in combustibili di vario tipo attraverso tre principali sistemi:

la gassificazione, che consiste nel sottoporre le biomasse a processi di fermentazione anaerobica, dai quali si ottiene il biogas, una miscela di metano e anidride carbonica;

la conversione biologica ad alcoli: l'amido viene demolito a glucosio e poi sottoposto all'azione di microrganismi, che operano la fermentazione alcolica; l'alcol è un ottimo carburante, ed è meno inquinante dei derivati del petrolio;

la combustione diretta: il calore prodotto può essere convertito in energia elettrica.

Attualmente la biomassa rappresenta una fonte energetica importante solo nei paesi in via di sviluppo (v. impatto ambientale); quasi trascurabile è, invece, la funzione che essa svolge nei paesi industrializzati.

Il principale problema all'impiego delle fonti RINNOVABILI non è legato, per definizione e contrariamente alle fonti fossili, alla loro scarsità. Piuttosto, sono i processi produttivi delle apparecchiature di trasformazione, ovvero gli impianti di generazione, ad essere relativamente troppo costosi perché l'energia prodotta da fonte rinnovabile sia competitiva rispetto a quella prodotta da fonte tradizionale

La parola energia deriva dal tardo latino *energĭa*, a sua volta dal greco *ἐνέργεια* (*energheia*), termine usato da Aristotele nel senso di azione efficace, composta da *en*, particella intensiva, ed *ergon*, capacità di agire.

Fu durante il Rinascimento che, ispirandosi alla poesia aristotelica, il termine fu associato all'idea di forza espressiva. Ma fu solo nel 1619 che Keplero usò il termine nell'accezione moderna di energia.