

Le forme di energia

Come già accennato nell'introduzione di questo testo, le fonti energetiche si distinguono in **fonti energetiche rinnovabili**, cioè sempre presenti, e **fonti energetiche non rinnovabili**, destinate cioè ad esaurirsi via via che aumenta il loro sfruttamento.

Come è accaduto per altre risorse della terra, come l'acqua, non molto tempo fa si pensava che l'energia fosse infinita e non si sapeva nemmeno quanto alcuni tipi di energia potessero inquinare e danneggiare l'ambiente. Oggi, invece, si sa che essi producono, ad esempio, i gas responsabili dell'effetto serra.

Il combustibile nucleare (principalmente uranio) non è una fonte rinnovabile, ma è abbastanza abbondante nella crosta terrestre.

L'elettricità

Generazione, trasmissione e applicazioni dell'elettricità (per trasformarla in luce, movimento, calore e segnali per comunicazioni a distanza) rappresentano uno sviluppo eccezionale nella storia dell'energia e, più in generale, della scienza e della tecnologia. Prima che si giungesse ad applicazioni pratiche ci furono fondamentali scoperte scientifiche e ingegnose invenzioni tecnologiche. Antecedente alla diffusione dell'elettricità, l'impiego delle energie naturali (corsi d'acqua, vento, legna) e dei combustibili fossili richiedeva che l'impianto fosse vicino alla fonte (mulini, forni, macchine a vapore, motori a combustione interna). Con l'avvento dell'elettricità un solo impianto di produzione può servire un grande numero di utenti distribuiti su aree molto estese. Un impianto della potenza di 1000 MW (elettrici) soddisfa le esigenze di una città industriale di un milione di abitanti. Inoltre, l'energia elettrica è pulita e silenziosa nei luoghi di utilizzo. Il rendimento di una centrale termoelettrica è del 30-40%, quindi meno della metà dell'energia che si libera nella combustione viene convertita in energia elettrica.

Nell'ultimo secolo il consumo mondiale di energia elettrica è cresciuto al ritmo del 7% all'anno. È importante ricordare che le reti elettriche sono un mezzo efficace per trasportare l'energia da una centrale all'utente. Nelle nostre abitazioni l'elettricità che preleviamo dalla rete di distribuzione alimenta elettrodomestici, lampadine, TV, computer ecc..



Carbonio:

È un non metallo presente in natura, allo stato elementare, in due differenti forme cristalline, la grafite e il diamante. È presente in piccola percentuale sulla crosta terrestre (nel petrolio, nel carbone e nel gas naturale, oltre che nelle rocce calcaree e dolomitiche) e nell'atmosfera prevalentemente come monossido di carbonio e biossido di carbonio, anidride carbonica.

Fermentazione:

complesso di reazioni chimiche di decomposizione operata da microrganismi ed enzimi su sostanze organiche, con ottenimento di "prodotti utili", come alcool, aceto, acido citrico, acido lattico, lievito di panificazione, oltre a gas come metano, idrogeno e anidride carbonica. I microrganismi che presiedono alla f. vengono detti "fermenti" e comprendono muffe, lieviti o batteri, che producono tutti enzimi, cui è dovuta la f. vera e propria. Un meccanismo analogo alla f. è la putrefazione, che differisce dal primo solo per il fatto che le sostanze prodotte non trovano un immediato impiego utile.

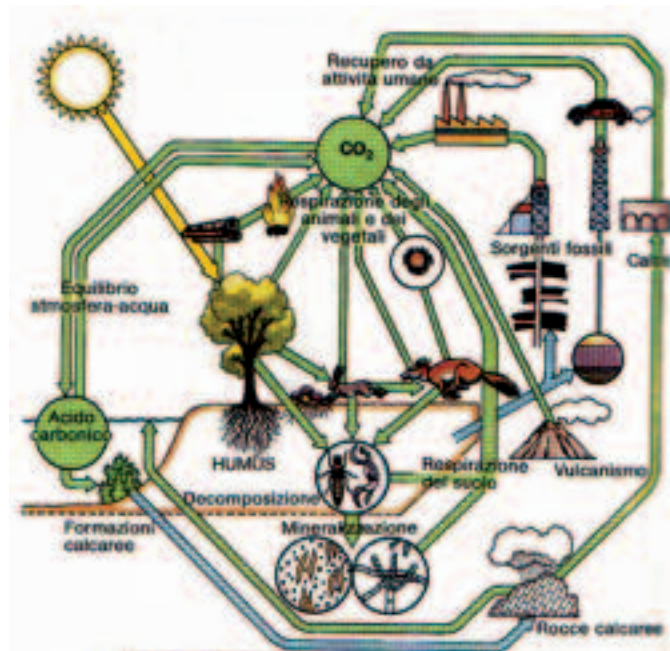
Anaerobico:

Significa in assenza di ossigeno. Le reazioni di fermentazione si distinguono in anaerobiche e aerobiche a seconda che avvengano in assenza o in presenza di ossigeno, rispettivamente.

I combustibili fossili

I giacimenti di combustibili fossili, carbone, petrolio e gas naturale, si sono formati lentamente, in tempi geologici, molti milioni di anni fa, per effetto della trasformazione di materiale organico di origine biologica, sotto l'azione della pressione e del calore. Poiché i tempi di formazione sono molto lunghi devono essere

considerati *fonti non rinnovabili*. Circa un terzo dell'energia estratta da queste fonti primarie viene convertita ogni anno in elettricità.



Il carbone naturale

È il termine generale che indica le sostanze fossili solide ricche di **carbonio**, quindi adatte alla combustione. Si è formato dai resti di antica vegetazione accumulatisi per lunghi periodi di tempo.

Si è originato dalla **fermentazione** in ambiente **anaerobico**, e spesso sotto pressione, di grandi masse vegetali.

I tessuti vegetali sono costituiti in parte da cellulosa, sostanza formata da carbonio, idrogeno e ossigeno.

Durante la carbonizzazione, questi hanno perso tutto l'ossigeno e idrogeno e si sono trasformati in carbone.

L'era geologica nella quale è avvenuta la più intensa carbonizzazione è stata detta "Carbonifero", 350 - 270 milioni di anni fa.

Oggi il carbone, che è stato il motore della rivoluzione industriale, è usato prevalentemente come combustibile nelle centrali termoelettriche.

Il petrolio

Dal petrolio si ottiene il combustibile per le centrali termoelettriche e il carburante per il sistema dei trasporti; esso è essenziale come materia prima dell'industria petrolchimica che produce materie plastiche, **nylon**, fertilizzanti, ecc.. Il petrolio estratto dai pozzi consiste in una miscela di idrocarburi, leggeri e pesanti, che possono essere anche separati attraverso processi di ebollizione: così si separa dapprima la benzina (gasolina), che costituisce circa il 50% del petrolio, poi il kerosene, quindi l'olio combustibile e gli oli lubrificanti.



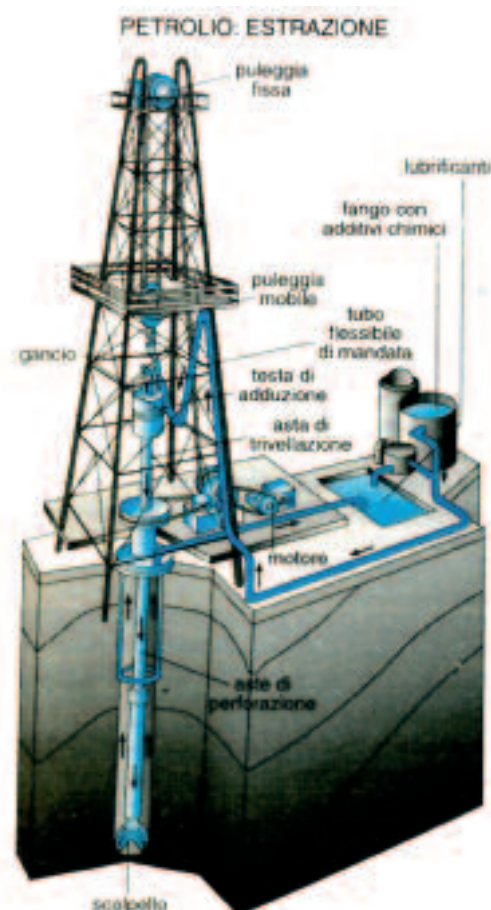
Nylon:

costituisce la più importante fibra tessile artificiale, ma è largamente usata anche nella produzione di laminati, parti di meccanismi e oggetti vari. E' una sostanza resistente ed elastica.

Formazione del petrolio

Con la prima grande esplosione della vita sulla Terra, circa 1 miliardo di anni fa, il carbonio inizia ad essere **fissato** (mediante fotosintesi) nelle piante. Dopo la loro morte questo "carbonio organico" è stato in massima parte ossidato e restituito all'atmosfera sotto forma di anidride carbonica. Una piccolissima parte (circa lo 0,01-0,1%) è quella che riguarda direttamente la formazione del petrolio e del carbone. Per sfuggire all'ossidazione il carbonio organico non deve entrare in contatto con l'ossigeno. Ciò accade solamente nei sedimenti depositi in ambiente acquatico ed è per questo che il petrolio si ritrova praticamente solo nelle **rocce sedimentarie**.

La trasformazione della sostanza organica in petrolio è una conseguenza della **subsidenza** attraverso la quale i depositi, carichi di sostanza organica, subiscono uno sprofondamento verso condizioni di temperature e pressioni crescenti. Una volta generato, il petrolio tende, per minor densità, a salire verso l'alto (migrazione) e ad accumularsi laddove trova delle barriere rocciose impermeabili, dette **trappole**, o giacimenti. Non tutto il petrolio presente in un giacimento viene recuperato; in media il petrolio recuperato è inferiore al 60%.



Fissato:

qui si intende che il carbonio presente nell'atmosfera sotto forma di anidride carbonica (CO₂), a seguito della fotosintesi, viene trasformato in nuova materia organica dai vegetali stessi.

Rocce sedimentarie:

si dice delle rocce formate per accumulo di materiali di detrito o residui organici oppure per deposito chimico.

Subsidenza:

lento abbassamento di una parte della crosta terrestre.

Trappole:

le rocce, ove il petrolio si accumula e viene estratto; è quasi sempre un'arenaria o una roccia carbonatica con porosità e permeabilità elevate e con contenuto organico originario praticamente nullo. La trappola che contiene petrolio in quantità e in situazioni tali da permetterne l'estrazione in condizioni economicamente vantaggiose costituisce un giacimento.

Su scala globale circa il 60% del petrolio estratto, e di quello presente nelle riserve, proviene da rocce dell'era Cenozoica (da 2 a 65 milioni di anni fa), il 25% da rocce Mesozoiche (da 65 a 245 milioni di anni fa) e solo il 15% da quelle Paleozoiche (da 245 a 570 milioni di anni fa). Le più importanti riserve accertate nel mondo di petrolio e di gas naturale, a cui spesso il petrolio è associato, si trovano a profondità non superiori ai 4000 - 4500 metri.

Crisi del petrolio?



Oggi il mondo consuma circa 77 milioni di **barili** al giorno (nel 1998 erano 67), cifra destinata ad aumentare, si stima, a 100 milioni nel 2010. Fino ad ora il consumo è stato compensato dalla scoperta di nuovi giacimenti, dalla estrazione da giacimenti più profondi e dai fondali marini. La perforazione con metodi di trapanazione per frantumare la roccia ha permesso di raggiungere profondità di quasi 10 chilometri. I grandi **oleodotti** facilitano il trasporto via terra; per il trasporto via mare sono state costruite petroliere sempre più grandi.

Potranno questi consumi essere soddisfatti in futuro? Per quanto tempo? E a che prezzi? Al riguardo alcuni esperti arrivano alla conclusione che il petrolio comincerà a diminuire costantemente prima del 2010. Altri prevedono un'era del petrolio ancora molto lunga.

Varie compagnie petrolifere confidano negli sviluppi tecnologici verificatisi negli ultimi decenni nell'esplorazione e nella produzione di petrolio affinché esso possa continuare a costituire una parte essenziale dell'attuale sistema energetico per decenni, se non addirittura per secoli.

**Barili:**

unità convenzionale di misura del petrolio greggio pari a circa 159 litri.

Oleodotti:

L'oleodotto è un complesso di tubazioni e stazioni di pompaggio (cioè impianti per mantenere costante il flusso del petrolio lungo la condotta) e di controllo che servono al trasporto del petrolio greggio dai pozzi o dai centri di stoccaggio ai porti di imbarco o alle raffinerie.

Petrolio e guerra

Le riserve note di petrolio sono concentrate in poche aree della Terra; le più ricche si trovano nel Medio Oriente: Arabia Saudita, Iran, Iraq, Kuwait, Stati del Golfo Persico e Libia. La produzione e il prezzo, nel mondo occidentale, fino al 1960 sono stati controllati dalle grandi compagnie americane ed europee, le famose “Sette Sorelle”: ai paesi produttori non rimanevano che le briciole. Quando, nel 1951, il Primo Ministro iraniano Mossadeq cercò di nazionalizzare l'estrazione del petrolio, ebbe vita dura e alla fine, grazie all'intervento della Gran Bretagna e della CIA, dovette fuggire.

Nel 1960 i più importanti paesi produttori si coalizzarono nell'**OPEC** (Organization of Petroleum Exporting Countries) per salvaguardare i propri interessi, e in seguito controllarono, almeno in parte, le compagnie estrattive e i prezzi. Il prezzo del petrolio, in diminuzione fino al 1970, favorì lo sviluppo industriale nei paesi “ricchi”. La guerra del Kippur fra Egitto e Israele (ottobre 1973) offrì ai paesi dell'OPEC il pretesto per un aumento consistente del prezzo, e questo provocò una seria crisi economica nei paesi importatori. Una seconda crisi si ebbe con la cacciata dello Scià dall'Iran e l'ascesa al potere di Komeini: l'aumento del prezzo provocò in molti paesi stagnazione, inflazione e disoccupazione. In seguito i paesi occidentali fornirono aiuti all'Iraq durante la guerra di aggres-

OPEC:

Accordo petrolifero internazionale creato nel 1960 a Baghdad per iniziativa di 5 grandi paesi produttori di petrolio (Venezuela, Iran, Iraq, Arabia Saudita, Kuwait) allo scopo di coordinare e promuovere gli interessi dei paesi esportatori di petrolio. Stabilisce, secondo le condizioni del mercato, le quote di produzione, i prezzi del greggio, l'assegnazione dei diritti per nuove concessioni. I membri dell'Organizzazione sono, dal 1995: Iran, Iraq, Kuwait, Qatar, Arabia Saudita, Emirati Arabi Uniti, Algeria, Libia, Gabon, Nigeria, Indonesia, Venezuela (l'Ecuador si è ritirato dall'Organizzazione nel 1992). Non tutti i paesi esportatori di petrolio fanno parte dell'OPEC (ad esempio la Gran Bretagna, il Messico ed i paesi dell'ex-URSS). Questo fatto è una delle ragioni dell'indebolimento dell'Organizzazione. Inoltre, l'Arabia Saudita, che potrebbe raddoppiare la sua produzione, ha un potere notevole di decisione nell'OPEC.

sione contro l'Iran (1980-1988). L'invasione del Kuwait da parte dell'Iraq (1990) e la successiva guerra "Operation Desert Storm" sono ancora una volta legate all'interesse per le aree ricche di petrolio.

Il gas naturale

Già molti secoli or sono i cinesi avevano scoperto le potenzialità del gas naturale. Un testo cinese del 347 a. C. descrive con precisione una strana 'aria di fuoco' che poteva essere utilizzata per l'illuminazione degli ambienti e riferisce di un ingegnoso sistema di tubi di bambù sigillati con bitume, costruito nella provincia del Sichuan, per convogliare alla città il gas naturale che fuoriusciva spontaneamente da una sorta di sorgente situata in aperta campagna.

Venendo a tempi e luoghi più prossimi a noi, circa 200 anni fa le qualità energetiche del gas naturale sono state riscoper-



te da **Alessandro Volta**. Durante una passeggiata sulle rive del lago Maggiore, egli aveva notato che scandagliando con un bastone i fondali più vicini alla riva si provocava l'affiorare di curiose bollicine. Avvicinando un fiammifero, quelle bollicine si incendiavano e producevano fiammelle azzurrognole.

Fino alla seconda metà del Novecento il gas naturale (prevalentemente metano), spesso associato al petrolio, veniva disperso nell'atmosfera o bruciato in pozzi. Il basso prezzo del petrolio e le difficoltà di trasporto e di distribuzione rendevano poco conveniente lo sfruttamento del gas naturale. Negli ultimi decenni, invece, esso ha conquistato una quota consistente nel mercato delle fonti primarie di energia. Oggi il trasporto è realizzato con grossi **metanodotti** o, dopo la **liquefazione** a bassa temperatura, con navi cisterna.

E' un ottimo combustibile ed ha un impatto ambientale ridot-



to rispetto al carbone e al petrolio. A parità di energia utilizzata, l'anidride carbonica prodotta dalla combustione del gas naturale è il 25-30% in meno rispetto ai prodotti petroliferi e il 40-50% in meno rispetto al carbone.

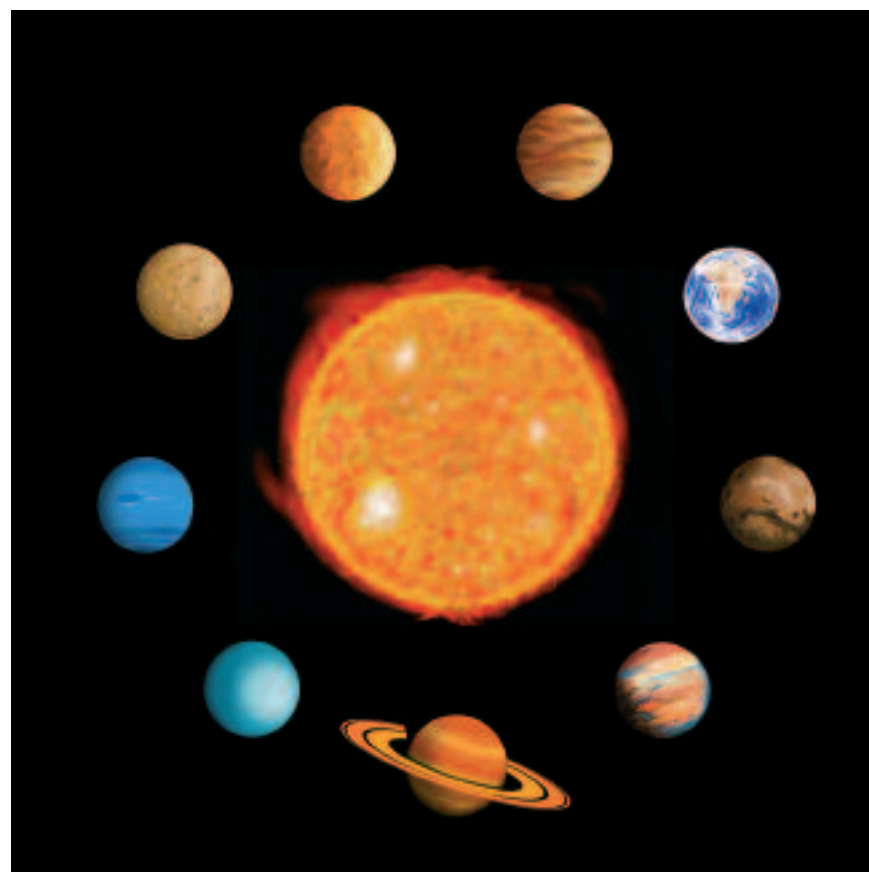
Le riserve accertate sono dello stesso ordine di grandezza di quelle petrolifere. Si stima che coprano i consumi mondiali attuali ancora per circa 70 anni.

Il metano: un idrocarburo semplice

Gli idrocarburi, costituiti unicamente di carbonio e idrogeno, sono le sostanze organiche di più semplice composizione esistenti in natura.

Il gas metano, reperibile prevalentemente in giacimenti sotterranei, è più leggero dell'aria, inodore, incolore ed è infiammabile. A titolo di curiosità, vale la pena di ricordare che il metano è uno dei principali componenti dell'atmosfera dei **pianeti "esterni"** del Sistema solare, ovvero Giove, Saturno, Urano e Nettuno.

Inoltre, il metano interviene nel processo di formazione delle cosiddette '**nubi nottilucenti**'.



Alessandro Volta: (Como 1745 - 1827).

Fisico e chimico sperimentale è noto soprattutto per l'invenzione della pila (1800) che fu alla base delle scoperte successive nell'elettromagnetismo ad opera di Oersted e Faraday. Nel 1776 conduce ricerche sul "gas di palude" (oggi chiamato metano) avanzando l'ipotesi di una sua origine organica. Si può affermare, che nel decennio 1778 - 1788 Volta creò l'elettrometria moderna ed i principali strumenti di misura. Si dedicò anche alla termologia e alle leggi fisiche dei gas, anticipando i lavori degli scienziati successivi.

Metanodotto: (o gasdotto).

Condotta per il trasporto di gas combustibile, ad alta pressione e lunga distanza. I gasdotti di trasmissione possono essere nazionali o internazionali e possono servire un solo paese o più paesi. Nel febbraio del 2002 l'ENI ed altre società hanno portato a termine la posa in opera della prima linea di un gasdotto sottomarino (profondità massima 2150 metri), che attraversando il Mar Nero, trasporterà 16 miliardi di metri cubi di metano all'anno dalla Russia alla Turchia.

Liquefazione.

Il metano, in condizioni normali di temperatura, è un gas. Per liquefarlo, cioè renderlo liquido, è necessario raffreddarlo fino a circa -170°C.

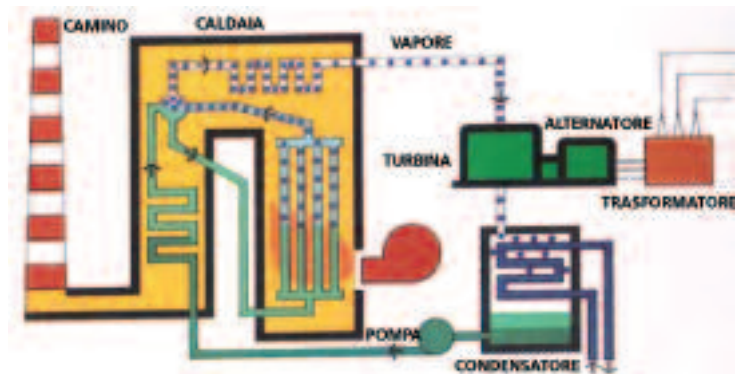
Pianeti "esterni":

I pianeti esterni (o di tipo "gioviano"), Giove, Saturno, Urano, Nettuno, sono pianeti costituiti soprattutto da gas, come azoto, elio e metano. Si contrappongono ai pianeti interni (o di tipo terrestre), Mercurio, Venere, Terra e Marte composti soprattutto da materiali pesanti, come ferro, nichel, silicio e presentano una superficie solida.

Nubi nottilucenti:

si chiamano così perché sono visibili appena dopo il tramonto; sono di colore argenteo. Al contrario delle normali nubi, non sono formate da gocce d'acqua e non provocano pioggia: pare siano composte da polveri di origine meteorica o vulcanica. Sembra poco plausibile che siano formate da piccolissimi corpuscoli di ghiaccio, perché queste nubi si formano in zone del cielo dove il vapore acqueo è quasi assente.

La centrale termoelettrica



Una centrale termoelettrica è dotata di una caldaia, di un sistema di scambiatori di calore, una turbina, un generatore ed un condensatore. Nella caldaia brucia il combustibile, in genere gas metano, ed il calore trasforma l'acqua in vapore surriscaldato che, espandendosi, aziona una turbina collegata ad un alternatore per produrre energia elettrica. Il vapore, a fine ciclo, ricondensa in torri di raffreddamento, e l'acqua così ottenuta viene riutilizzata per un nuovo ciclo.

