

Energia ... la sfida del XXI secolo

Ingg. Marco e Mario Doninelli dello studio S.T.C.

Scienziati, Medici, Associazioni umanitarie ed ambientaliste da tempo ormai stanno segnalando la gravità dell'attuale emergenza energetica, dovuta essenzialmente a tre cause: il surriscaldamento della terra, l'inquinamento ambientale, il rapido esaurirsi delle scorte di petrolio.

In questo articolo cercheremo prima di mettere a fuoco gli aspetti più importanti di tale emergenza. Cercheremo poi di vedere cosa si dovrebbe fare e cosa si sta facendo in merito. Il che può servirci a svolgere meglio il nostro lavoro. In particolare può servirci a maturare una coscienza etica più attenta ai reali problemi dell'energia e dell'ambiente: più attenta cioè a quei temi che l'ONU pone in primo piano tra le emergenze attuali, segnalandoli come la maggior sfida del XXI secolo.



COMBUSTIBILI TRADIZIONALI

Sono i combustibili (carbone, gas naturale, petrolio) che usiamo prevalentemente. Hanno **origine fossile** e sono derivati dalla trasformazione, avvenuta nel corso delle ere geologiche, **di sostanze organiche in composti stabili e molto ricchi di carbonio**.

In pratica, questi combustibili non sono altro che **accumuli di energia solare**: energia che i vegetali hanno derivato dal sole per fotosintesi clorofilliana e gli organismi animali per sfruttamento della catena alimentare.

CARBONE



È il risultato della trasformazione di resti vegetali dapprima compressi e induriti, e poi sottoposti a processi chimico-fisici indotti dal calore e dalla pressione.

Quasi tutti gli attuali depositi di carbone si sono formati fra i 280 e i 340 milioni di anni fa:

periodo geologico a cui, proprio per questo motivo, è stato dato il nome di Carbonifero.

L'utilizzo sistematico del carbone risale alla fine del XVIII Secolo e coincide con l'inizio della rivoluzione industriale in Inghilterra e negli Stati Uniti, favorita dalla presenza, in questi paesi, di numerosi giacimenti carboniferi sfruttabili.

GAS NATURALE



È prodotto dalla decomposizione anaerobica (cioè in assenza di ossigeno) di materiale organico. In natura si trova in appositi giacimenti, oppure insieme al petrolio e al carbone.

Il principale componente del gas naturale è il metano, vale a dire la più piccola e leggera fra le molecole degli idrocarburi.

Normalmente il gas metano contiene anche idrocarburi gassosi più pesanti, quali ad esempio l'etano, il propano e il butano. Sono sempre presenti anche modeste percentuali di gas diversi dagli idrocarburi: anidride carbonica, gas nobili,



azoto, ossigeno e solfuro di idrogeno: quest'ultimo è un contaminante assai nocivo e deve essere rimosso prima di qualsiasi utilizzo.

PETROLIO



È composto da una miscela di diversi idrocarburi e si trova in giacimenti posti entro gli strati superiori della crosta terrestre.

Deriva molto probabilmente (ci sono anche altre teorie, seppur meno condivise) dalla maturazione termica di materia organica sepolta: materia che in particolari condizioni di temperatura e di pressione libera idrocarburi.

Dopo l'estrazione, il petrolio è raffinato con vari processi di distillazione.

Nel petrolio, oltre agli idrocarburi, sono presenti anche composti di zolfo e azoto nonché tracce di metalli, quali: nickel, vanadio, cobalto, cromo, cadmio, piombo, arsenico e mercurio.

Come combustibile, il petrolio ha cominciato ad assumere una significativa importanza solo ai primi del Novecento per l'introduzione del motore a combustione interna. È poi diventato la nostra fonte energetica più importante.

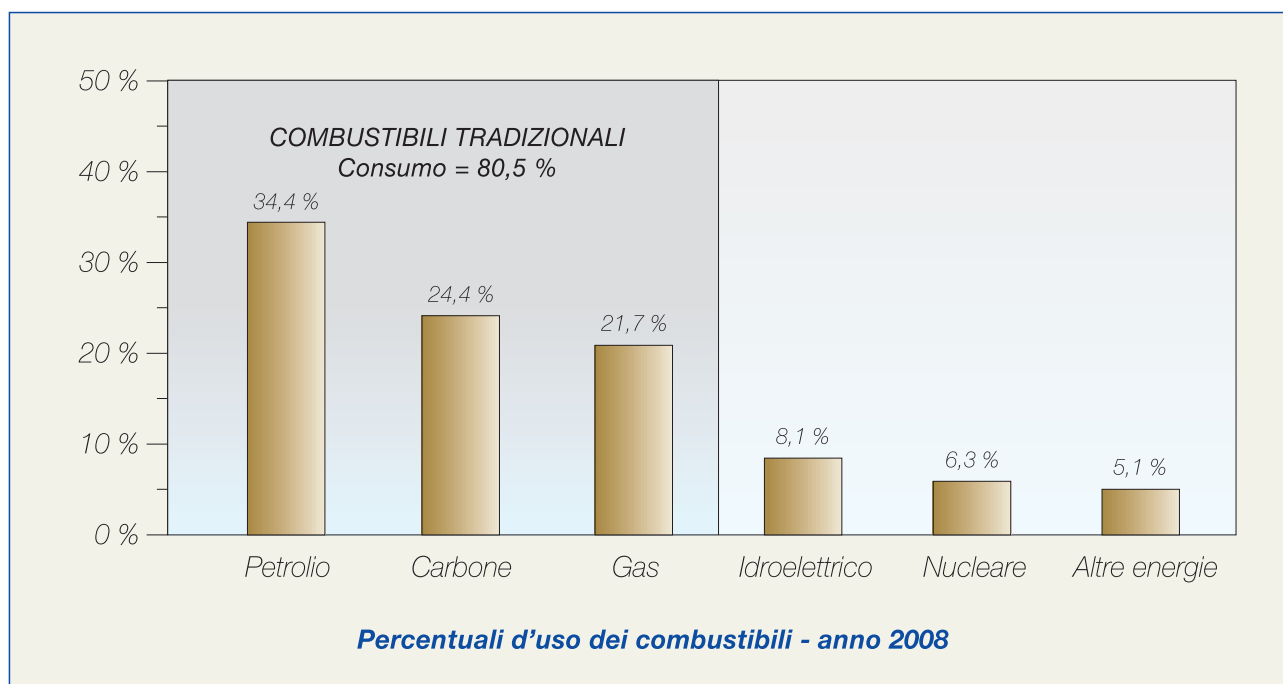


Campo di estrazione petrolifera in California, 1938

Il suo valore, come vedremo meglio in seguito, risiede soprattutto nel fatto che ha un costo relativamente basso ed è facile sia da trasportare sia da utilizzare.

PERCENTUALI D'USO DEI COMBUSTIBILI

Sono rappresentate nel diagramma sotto riportato e indicano che i combustibili tradizionali, con oltre l'80% dei consumi, rappresentano la fonte di energia primaria. Ed è molto probabile che manterranno questo ruolo ancora per diversi anni.



CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL'USO DEI COMBUSTIBILI TRADIZIONALI

L'uso dei combustibili tradizionali comporta non solo la produzione di energia ma anche l'immissione nell'atmosfera di: **polveri sottili**, **anidride carbonica**, **composti acidi**, **gas tossici**, **metalli pesanti**: sostanze molto inquinanti.



In particolare queste sostanze possono **provocare gravi danni alla salute e all'ambiente**.

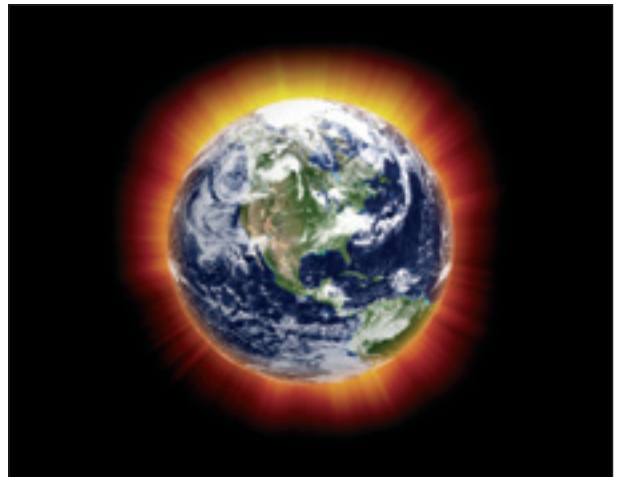
DANNI ALLA SALUTE

Riguardano prevalentemente **patologie polmonari** ed **alterazioni genetiche**.



DANNI AMBIENTALI

Riguardano soprattutto il **surriscaldamento della terra e le piogge acide**.



Il surriscaldamento della terra

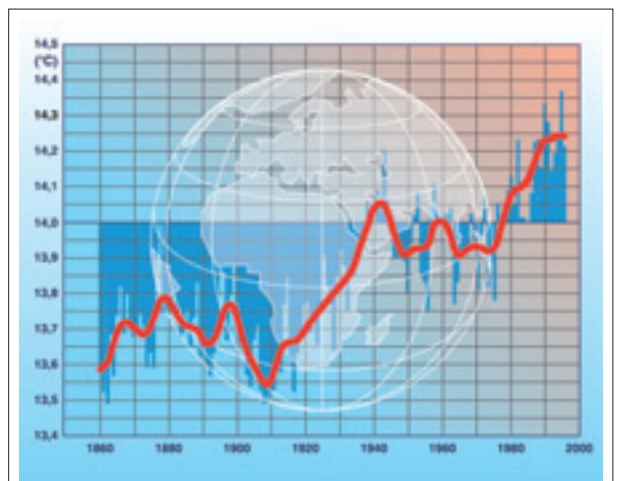
È molto probabilmente (anche se non ci sono certezze scientifiche in merito) causato dalla **grande quantità di anidride carbonica (CO₂) emessa dai combustibili tradizionali**.

La correlazione fra aumento di CO₂ e incremento della temperatura è quella dell'effetto serra.

Con livelli normali di CO₂, la terra riscaldata dal sole emette radiazioni infrarosse che in parte si disperdono nello spazio e in parte sono riflesse dall'atmosfera sulla terra.

Con alti livelli di CO₂, cresce invece la parte di radiazioni riflesse dall'atmosfera sulla terra. E ciò porta al suo surriscaldamento.

Il diagramma sotto riportato evidenzia, come negli ultimi 150 anni, è cresciuta la temperatura media sulla superficie della terra.



L'evolversi della temperatura media sulla superficie della terra negli ultimi 150 anni

Numerosi sono i danni che possono essere causati dal surriscaldamento della terra. Tra questi vanno considerati: l'innalzamento del livello dei mari e quindi la sommersione di ampie zone costiere, l'inondazione degli estuari dei fiumi e relative zone coltivate, l'immissione in atmosfera di grandi quantità di anidride carbonica ora congelate nella tundra siberiana e canadese, la diminuzione delle riserve di acque dolci sia di falda che superficiali, il forte incremento dei disastri legati al clima (inondazioni, tempeste, uragani, siccità), maggiori

pericoli d'incendio nelle foreste e anche la possibile diffusione di gravi malattie tropicali.

Piogge acide

L'immissione in atmosfera di composti acidi porta anche a piogge acide: **piogge che recano gravi danni alla vegetazione** esponendola a fenomeni di essiccazione con ingiallimento, caduta delle foglie e degli aghi, vulnerabilità ad insetti e parassiti.



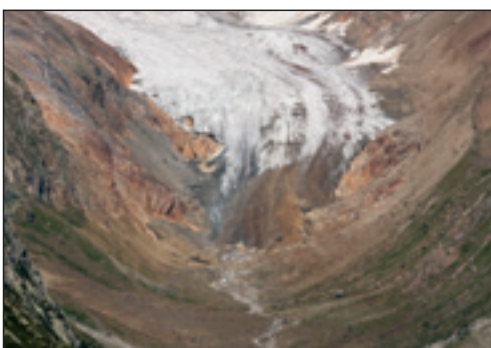
◀ Desertificazione

Piogge acide ▶



◀ Inondazioni

Fenomeni di siccità ▶



◀ Arretramento dei ghiacciai

Incendi di foreste ▶



◀ Scioglimento calotta polare

Abbassamento livello dei laghi ▶



PROBLEMI DI SCORTE

L'attuale crisi energetica è legata anche a problemi inerenti le scorte disponibili, in specie per quanto riguarda il petrolio: cioè per il combustibile che attualmente è la nostra primaria fonte di energia.

Importanza del petrolio

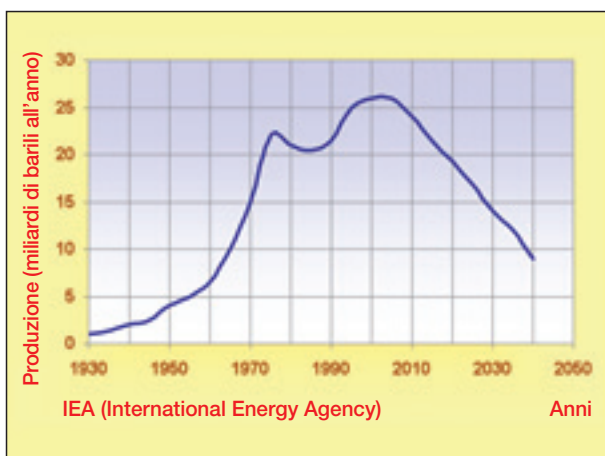
Il petrolio è attualmente la principale e insostituibile fonte di energia per questi motivi:

- ❑ ha un elevato rapporto energia/volume: ad esempio, servono 1.000 m³ di gas per fornire l'energia contenuta in un m³ di petrolio;
- ❑ si può trasportare facilmente con oleodotti, navi e autocisterne;
- ❑ si può immagazzinare senza esporsi ai rischi di stoccaggio dei combustibili gassosi;
- ❑ si può utilizzare con macchine relativamente semplici e questa caratteristica ha ritardato lo sviluppo di macchine che funzionano con altri tipi di energia.

Tuttavia va considerato che il petrolio non è ancora sfruttabile per molto tempo. È infatti una risorsa destinata ad esaurirsi relativamente presto, almeno come risorsa economicamente sfruttabile.

Produzione e riserve di petrolio

Il diagramma della produzione di petrolio sotto riportato è ricavato in base ai dati forniti dalla IEA: fino al 2008 sono dati storici, dal 2009 sono dati stimati in base alle scorte disponibili.



In merito alla produzione futura del Petrolio, oltre alle valutazioni della IEA (International Energy Agency), riportate nel diagramma a lato, ci sono anche le valutazioni dell'OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries) che risultano un pò più ottimistiche (circa il 15-20%).

È comunque opinione corrente che tali valutazioni siano "gonfiate" per due motivi.

Primo, le compagnie petrolifere hanno interesse a sovrastimare i loro giacimenti per tenere alto il valore delle loro azioni.

Secondo, i Paesi dell'Opec hanno interesse a tener alte le stime delle loro riserve perché in tal modo possono esportare di più.

Fonte: Scientific American



In ogni caso tutti sono d'accordo sul fatto che il rapido esaurirsi delle scorte petrolifere **può aprire scenari imprevedibili e anche drammatici.**

Ad esempio può creare gravi problemi non solo all'economia ma anche, più in generale, alla nostra vita sociale, politica e privata, mettendo in crisi molte di quelle conquiste che ormai riteniamo acquisite ed irrinunciabili.

C'è anche il timore che per accaparrarsi le ultime scorte i Paesi più ricchi e potenti siano indotti a confrontarsi fra loro. E non è detto (anzi la Storia insegna proprio il contrario) che lo facciano in modo pacifico.

Pertanto tutti concordano sul fatto che la riduzione delle riserve di petrolio dovrà essere compensata:

- ❑ sia con una maggior **efficienza energetica** dei sistemi di utilizzazione (processi industriali, mezzi di trasporto, edifici, ecc.);
- ❑ sia ricorrendo alla messa a punto e all'adozione di **nuove forme di energia**, possibilmente ad impatto ambientale basso o nullo.

Obiettivi questi che comunque richiedono azioni coerenti e notevoli investimenti.

L'AZIONE DELL'ONU

In merito ai **gravi danni ambientali** provocati dall'eccessivo uso dei combustibili tradizionali e ai **pericoli connessi alla scarsità delle riserve di petrolio**, l'ONU (fin dal 1992) ha richiamato l'attenzione dei Paesi aderenti, **segnalando con chiarezza pericoli ed obiettivi da perseguire**.

Tra i pericoli ha così individuato e segnalato **l'emergenza ambientale**:



Emergenza Ambientale

I cambiamenti climatici planetari hanno portato la protezione dell'ambiente al primo piano delle preoccupazioni attuali e costituiscono la maggior sfida del XXI secolo.

Mentre tra gli obiettivi ha posto come primario il perseguimento di uno **sviluppo sostenibile**, così definito e giustificato:



Sviluppo Sostenibile

Sostenibile è lo sviluppo che consente di soddisfare i bisogni attuali senza tuttavia compromettere le possibilità delle generazioni future di poter soddisfare i loro bisogni.

Quali strumenti di guida e d'intervento l'ONU ha approvato due documenti: il Protocollo di Kyoto e l'Agenda 21.

PROTOCOLLO DI KYOTO

È un accordo internazionale (attualmente firmato da 160 Paesi) che prevede il controllo e una forte riduzione dei gas serra immessi nell'atmosfera.



Va considerato però che non tutti i Paesi aderenti all'ONU hanno sottoscritto il protocollo. Inoltre sono esclusi dall'accordo diversi Paesi in via di sviluppo per non ostacolare la loro crescita economica.

AGENDA 21

È stata così chiamata in quanto definisce, in campo ambientale ed energetico, **le cose da fare per il Ventunesimo Secolo**.



In pratica è un documento che indica, alle Autorità Pubbliche dei vari Paesi, i mezzi e i sistemi di pianificazione da adottare per contenere i consumi energetici e promuovere l'uso di nuove energie "pulite".

ENERGIE ALTERNATIVE

Di queste energie (ottenute con fonti diverse dai combustibili fossili) esamineremo, seppur molto brevemente, quelle di maggior interesse sia attuale che futuro.

ENERGIA NUCLEARE

Albert Einstein fu il primo ad intuire che dal nucleo di un atomo si può ricavare una grande quantità di energia. Due le tecnologie possibili:

- **la fissione** che si realizza **con la rottura di nuclei pesanti** (es. Uranio).
- **la fusione** che si realizza **con l'aggregazione di nuclei leggeri** (es. Idrogeno ed Elio).

Centrali tradizionali a fissione

Attualmente **solo centrali di questo tipo sono utilizzate per produrre energia.**

Funzionano con uranio pregiato (U235) che è appena lo 0,7% dell'uranio disponibile in natura. Inoltre l'U235 deve essere "arricchito" dallo 0,7 al 3-5%. Se l'arricchimento è portato fino all'85%, l'U235 serve per costruire bombe atomiche. La questione nucleare iraniana è legata alla possibilità o meno di controllare questi valori.

Principali limiti: scarse risorse di combustibile, problemi di eliminazione delle scorie radioattive, seri pericoli di incidenti, attentati e proliferazione nucleare.



Centrale a fissione di tipo tradizionale

Centrali autofertilizzanti a fissione

Sono in avanzata sede di sperimentazione centrali a fissione in grado di utilizzare uranio normale (U238) che costituisce il 99,3% dell'uranio disponibile in natura.

La tecnologia è basata su processi autofertilizzanti che trasformano l'Uranio 238 in Plutonio 239: un materiale molto radioattivo che non esiste in natura.

Principali limiti: richiede investimenti molto alti, problemi di eliminazione delle scorie radioattive, seri pericoli di incidenti, attentati e proliferazione nucleare.



Reattore autofertilizzante Superphénix (Francia)

Centrali a fusione nucleare

Sono centrali che potrebbero dare notevoli quantità di energia con **materiali facilmente disponibili e non radioattivi**. Per ora è però possibile ottenere solo "**fusioni incontrollate**": è il caso della bomba all'idrogeno.

Per tener sotto controllo la fusione, il principale problema è quello delle **altissime temperature in gioco** (milioni di gradi centigradi). Si cerca di risolvere il problema con campi magnetici in grado di tenere sospeso il materiale fuso in apposite camere a forma di "ciambelle" cave.



Simulatore di fusione nucleare di Culham (Inghilterra)

ENERGIA IDROELETTRICA

È l'energia che si ottiene sfruttando il movimento di masse d'acqua.

Centrali idroelettriche derivate da laghi e fiumi

Sono realizzate con l'aiuto di dighe e condotte che convogliano flussi d'acqua in pressione, così da poter far girare le turbine che producono energia elettrica.

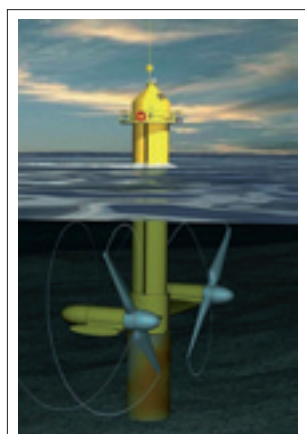
Principali limiti: in Italia ad esempio l'energia idroelettrica è già sfruttata ai massimi livelli consentiti. Inoltre, dighe e grandi bacini possono causare gravi danni all'ecosistema ambientale.



Centrale idroelettrica

Centrali che sfruttano maree e moti d'acqua

Possono sfruttare: **correnti marine** con turbine e dinamo immerse direttamente nelle correnti stesse, oppure **maree** con turbine che funzionano con bassi dislivelli d'acqua o con dinamo azionate da tubi flessibili.



Torre elettrica marina

Principali limiti: può dare risultati validi solo con forti correnti marine o significativi moti ondosi.

ENERGIA GEOTERMICA

È l'energia che si può derivare (a bassa e alta temperatura) dalle riserve di calore accumulate sotto la superficie della terra.

Centrali ad alta temperatura

Sono realizzabili in zone (quelle dei soffioni caldi o geyser) dove **nel sottosuolo è disponibile vapore**. Il loro uso prevalente è quello di **produrre energia elettrica o alimentare processi industriali**.

Principali limiti: la produzione è molto limitata per mancanza di siti idonei.



Lardarello (Pisa)

Impianti con sorgenti a bassa temperatura

Sono realizzati utilizzando pompe di calore il cui compito è quello di innalzare la temperatura del fluido che deriva energia termica dal sottosuolo. Servono soprattutto a riscaldare alloggi e produrre acqua calda sanitaria.



Energia bassa temperatura

Principali limiti: in Italia ad esempio questi impianti sono penalizzati dagli alti costi dell'energia elettrica.

ENERGIA SOLARE TERMICA

È normalmente ottenuta con sistemi ad alta e bassa temperatura.

Sistemi ad alta temperatura

L'energia termica è derivata con **specchi piani o parabolici** che concentrano l'irraggiamento solare su apposite caldaie. È così possibile ottenere il **vapore che serve a produrre energia elettrica**.



Centrale solare (deserto California)

Principali limiti: è una tecnologia “matura” che non ha, fino ad oggi, permesso di produrre energia elettrica a costi convenienti. Tuttavia sono ancora in atto (ad es. a Priolo in Sicilia) sperimentazioni e test per migliorarne i risultati.

Sistemi a bassa temperatura

L'energia termica è derivata dal sole con collettori piani o a tubi sottovuoto e serve soprattutto per riscaldare alloggi, piscine e acqua calda sanitaria.

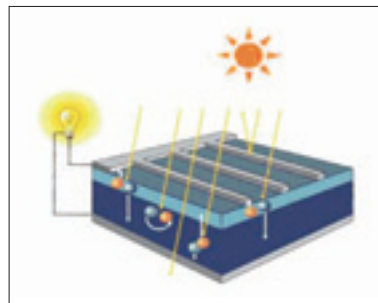


Principali limiti: è da considerare che il costo di questi impianti può richiedere lunghi tempi di ammortamento.

ENERGIA FOTOVOLTAICA

È ottenuta dalla trasformazione diretta dell'energia solare in elettrica.

L'elemento di base è costituito da una cella di silicio. È sufficiente che la luce del sole colpisca tale cella per produrre energia elettrica.



Per promuovere il fotovoltaico, dal settembre 2005 è stato adottato anche in Italia il “**conto energia**”: conto che offre la possibilità di cedere (al Gestore del Servizio) l'energia fotovoltaica prodotta a tariffa incentivata.



Centrale fotovoltaica

Principali limiti: sono dovuti al fatto che le celle fotovoltaiche sono ancora assai costose e hanno una limitata efficienza energetica.

ENERGIA EOLICA

È l'energia che si ottiene sfruttando l'azione del vento. In passato è servita a far funzionare i mulini a vento. Ora serve soprattutto a produrre elettricità **facendo ruotare pale direttamente collegate alle dinamo che producono energia elettrica.**

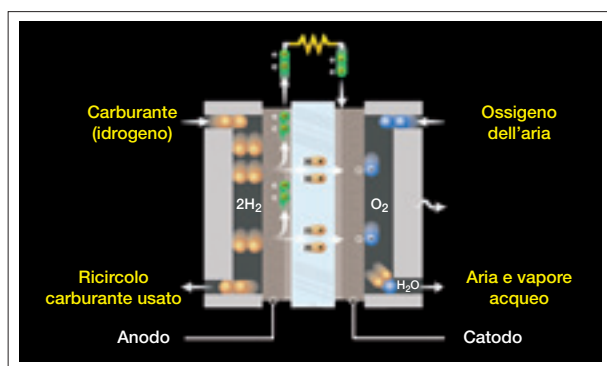


Principali limiti: riguardano l'impatto ambientale, specie in Italia, dove le zone ventose sono in genere anche di interesse turistico.

ENERGIA DERIVATA DALL'IDROGENO

È l'energia che si ottiene combinando fra loro (in una **pila a combustibile**) l'idrogeno e l'ossigeno contenuto nell'aria.

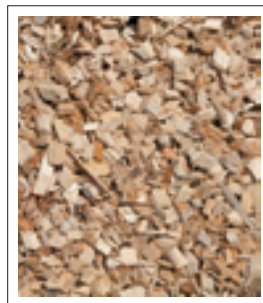
Le pile a combustibile (in inglese *fuel cell*) sono dispositivi, di tipo elettrochimico, che **consentono di ottenere energia da sostanze che interagiscono fra loro** senza alcun processo di combustione interna.



Le pile ad idrogeno potrebbero rappresentare una soluzione ideale per l'ambiente: ad esempio dal tubo di scarico degli autoveicoli uscirebbe solo vapor acqueo.

Principali limiti: non sono ancora stati risolti in modo economico e sicuro i problemi relativi alla produzione e all'immagazzinamento dell'idrogeno.

BIOMASSE



Sono costituite da materiali di origine organica, sia vegetale sia animale, che non hanno subito processi di fossilizzazione. Possono essere utilizzate per produrre energia elettrica, riscaldare ambienti e per alimentare processi tecnologici.

Principali limiti: in alcuni settori, queste sostanze rappresentano una valida alternativa ai combustibili tradizionali, tuttavia il loro apporto totale di energia dovrebbe essere alquanto marginale.

BIOETANOLO



È un combustibile che si ottiene con un processo di fermentazione dei vegetali ricchi di zuccheri, quali: i cereali, le barbabietole e le canne da zucchero. Può essere utilizzato come carburante nei motori di tipo diesel in sostituzione del gasolio.

Principali limiti: alle nostre latitudini non è molto conveniente, perché è prodotto con barbabietole, mais o altri cereali assai meno redditizi della canna da zucchero usata nei paesi tropicali, quali il Brasile.

BIODIESEL



Si ricava dai vegetali ricchi di sostanze oleose: soia, colza, girasoli. Ha una viscosità simile a quella del gasolio ottenuto dalla distillazione del petrolio. Può essere utilizzato come carburante per alimentare i motori diesel.

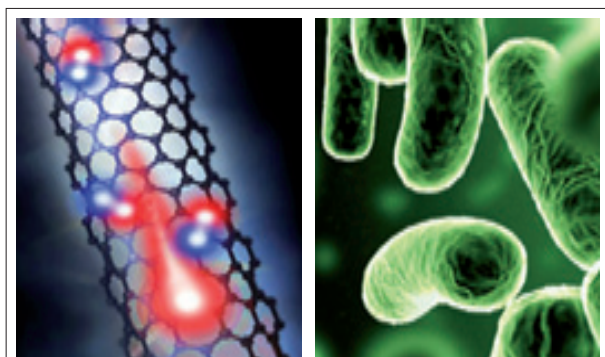
Principali limiti: ha rese molto più basse del metanolo e il suo uso diffuso richiederebbe superfici di terreno molto estese.

SITUAZIONE ENERGETICA ATTUALE

È una situazione caratterizzata più da incertezze che da certezze, anche perché le energie alternative non sono ancora in grado di dare **un significativo contributo al fabbisogno energetico mondiale**: per problemi – come abbiamo accennato – tecnici, di costo e di invasività territoriale.

Le energie alternative potranno giocare un ruolo importante **solo quando, e solo se, la fusione nucleare, l'idrogeno e il solare manterranno le loro promesse**.

C'è anche la speranza che, in futuro, nuove fonti di energia siano rese disponibili da settori quali le nanotecnologie, la biologia e la genetica.



Nanotecnologie di conversione solare/energia

Batteri per trasformazione solare/energia

Comunque, per ora, **è bene non avere, né creare, troppe illusioni**.

L'attuale crisi energetica **deve essere affrontata con realismo e cognizione di causa**. Deve essere, inoltre, affrontata con urgenza perché **ben presto tutti i nodi verranno al pettine e i ragazzi di oggi** (il richiamo è di un economista americano) **vivranno la situazione in prima persona**.



POSSIBILI AZIONI DA ATTUARE

Il problema dell'energia non ammette soluzioni facili. Tuttavia non può prescindere dall'attuare alcune azioni positive, quali ad esempio:

1. **Investire con larghezza di mezzi in una ricerca scientifica e tecnologica** mirata allo sviluppo di **tutte le forme di energia possibili e convenienti**.



2. **Prevedere, pianificare e attuare in tempo utile le necessarie innovazioni ed adeguamenti dei nostri sistemi industriali**: interventi che hanno bisogno di tempi lunghi e notevoli investimenti.

3. **Perseguire con decisione, ma anche con buon senso, l'obiettivo dell'efficienza energetica**, migliorando le tecnologie e riducendo gli sprechi.

4. **Diffondere una nuova cultura dell'energia**, il cui valore (civico ed etico) trova la sua ragion d'essere nel rispetto che dobbiamo all'ambiente e alle generazioni future.

5. **Promuovere il risparmio energetico anche a livello personale**, consci del fatto che la somma di tanti piccoli risparmi può evitare il consumo di notevoli quantità di energia.

6. **Incentivare in modo deciso i corretti interventi** (e solo quelli corretti) **che consentano il risparmio energetico e il rispetto dell'ambiente**.

Naturalmente l'intervento e la guida della politica è indispensabile per realizzare tutto ciò.

COMPITI E DOVERI DELLA POLITICA

Solo la politica può infatti coordinare e guidare le varie azioni da attuare e le relative realtà coinvolte: l'opinione pubblica, l'economia, la ricerca, l'industria, il mercato.

Ad esempio, **il mercato non può risolvere da solo i problemi ambientali, di salute e di equità delle risorse**, in quanto il mercato sostanzialmente ignora queste realtà, e **quindi non è in grado di porvi rimedio**.

In campo internazionale, come già detto, l'ONU ha cercato di sensibilizzare e responsabilizzare i Paesi aderenti:

- fissando limiti all'emissione dei gas serra** (Protocollo di Kyoto);
- dando indicazioni sui provvedimenti da attuare **per limitare i consumi ed incentivare l'uso di energie che non danneggiano l'ambiente** (Agenda 21).



I risultati ottenuti non sono però molto incoraggianti.



Sono ben pochi però i Paesi (e tra questi non c'è l'Italia) che hanno seguito coerentemente quanto prescritto dal Protocollo di Kyoto e raccomandato dall'Agenda 21. D'altra parte **l'ONU non ha i mezzi operativi per imporre il loro rispetto**.

Per quanto riguarda invece interventi diretti della nostra politica, l'Italia ha approvato diverse leggi e norme inerenti il contenimento dei consumi termici e lo sviluppo delle fonti rinnovabili.



A tutt'oggi però, troppe ed inutili complicazioni, ritardi ed inadempienze varie, nonché la mancanza di controlli sistematici ne hanno vanificato gli obiettivi, per altro assai vaghi.

LE INADEMPIENZE DELLE POLITICA

Senz'altro in parte sono dovute "ai grandi giochi dietro il barile", dato che gli stati produttori e le compagnie petrolifere difendono, e non certo con carenza di mezzi, i loro interessi corporativi. Molto probabilmente, però, il principale motivo di tali inadempienze va cercato in limiti insiti nella politica stessa.

Chi fa politica (e non è sorretto da grandi ideali e forte determinazione) **teme di dover chiedere costi troppo elevati ai propri elettori**, che in genere sono poco propensi (anche perché poco e male informati) ad affrontare sacrifici per qualcosa che a loro appare assai lontano ed indefinito.

Sono molto più gravi e con scadenze molto più ravvicinate di quanto normalmente si pensi, e riguardano soprattutto:

l'ambiente: _____
stiamo modificando (immettendo nell'atmosfera polveri sottili inquinanti, gas tossici e gas serra) **equilibri molto delicati** e che non conosciamo bene. Pertanto c'è il pericolo di innestare fenomeni dannosissimi e irreversibili;

il costo dell'energia: _____
se troppo elevato può mettere in crisi non solo l'industria, ma anche l'educazione, l'assistenza sanitaria, i trasporti, il modo di vivere della nostra società e quindi gli **equilibri sociali, la stessa democrazia;**

l'accaparramento delle ultime scorte: _____
come già accennato, la sua attuazione potrebbe **portare i Paesi più ricchi e potenti a confronti armati**, pericolosissimi per la potenza distruttiva dei mezzi a disposizione. La guerra fredda può trasformarsi in guerra all'ultimo barile.

La speranza è quella che **l'attuale politica debole lasci il posto ad una politica forte, responsabile, coraggiosa**, ben conscia che **la posta in gioco è di vitale importanza per la nostra civiltà.**

Il disegno sotto riportato (opera di uno studioso svedese dell'Università di Uppsala) ben raffigura le incognite a cui stiamo andando incontro:

- nella zona di sinistra, un carretto e un cavallo rappresentano gli anni in cui non si usavano né il petrolio, né il gas, né il carbone;
- nella zona centrale, un picco che rapidamente compare e scompare ritrae il nostro periodo di grandi consumi e prosciugamento delle risorse;
- nella zona di destra, infine, un semplice punto di domanda delinea un futuro pieno d'incognite.

Naturalmente il punto di domanda può lasciar posto anche a un mondo con energie più efficienti e pulite. Ma non possiamo farci troppe illusioni. Siamo molto in ritardo e non sono disponibili soluzioni facili né a buon mercato.

