



<http://www.marrazzoantonio.altervista.org>

Le Fonti Energetiche

Le **fonti energetiche** o **fonti di energia**, sono le sorgenti di energia a disposizione dell'uomo e in quanto tali possono essere utilizzate per eseguire un lavoro e/o produrre calore.

Fin dalle origini dell'uomo per gran parte della storia umana, le uniche fonti di energia utilizzate sono state:

- l'energia muscolare umana e animale per produrre un lavoro,
- la combustione di legno o, più in generale, biomassa, per produrre calore.

Più tardi,

- la navigazione a vela,
- i mulini ad acqua e a vento.

L'energia disponibile pro-capite, prima del XIX secolo, in Occidente, era ridotta: questo si traduceva, nelle società pre-industriali, in una bassa mobilità delle persone, ridotta circolazione di merci, ridotta assistenza sanitaria, disponibilità discontinua di risorse alimentari, con periodiche carestie.

Nel corso del Novecento si è assistito a un notevole incremento del consumo di energia, che è praticamente raddoppiato dal 1973 al 2004. Ciò ha posto dei problemi, sia dal punto di vista ambientale come l'effetto serra o lo smaltimento delle scorie, sia dal punto di vista geopolitico. La scelta di una fonte energetica è diventata un fatto socio-politico complesso ed importante, che dipende dalla disponibilità di risorse, dal costo di una fonte in relazione alle condizioni particolari di una nazione, dall'affidabilità delle centrali di produzione di energia e dalla protezione dell'ambiente.

Le fonti utilizzate oggi per la produzione di energia elettrica sono essenzialmente:

- la combustione di *combustibili fossili* (carbone o idrocarburi),
- l' *idroelettrico*,
- l' *energia atomica da fissione*,
- l' *eolico*, la *geotermia*,
- l' *energia solare*.

Tipi di Energia

La maggior parte delle risorse energetiche del mondo hanno come fonte primaria i raggi solari che colpiscono la superficie terrestre; quest'energia si è conservata indirettamente sotto forma di energia fossile (bitume, carbone, gas, idrati, petrolio) oppure come energia direttamente impiegabile (ad esempio i venti si formano in seguito a complessi fenomeni di riscaldamento nelle zone soleggiate e di convezione nelle zone fredde, il tutto abbinato alla rotazione terrestre). Anche l'energia idroelettrica deriva dall'energia solare che provoca l'evaporazione dell'acqua e conseguente condensazione quando le nuvole incontrano l'aria di fronti climatici freddi o alte montagne. Il vapore acqueo salendo in quota acquisisce una certa energia potenziale che cede in parte alle piogge ed ai corpi acquosi siti in quote elevate.

Un'altra fonte di energia, è quella geotermica, endogena e localizzata in specifiche aree del globo terrestre favorite da particolari aspetti di geologia regionale.

Classificazione

La prima classificazione che deve essere fatta per le fonti di energia è tra le **fonti di energia primarie**, ovvero le fonti direttamente presenti in natura. Esse comprendono il petrolio, il carbone, il gas naturale, la legna da ardere o biomasse, i combustibili nucleari, l'energia idroelettrica, eolica, geotermica e solare, in ordine di importanza di sfruttamento attuale. Queste vanno distinte dalle **fonti di energia**



<http://www.marrazzoantonio.altervista.org>

secondarie, che sono fonti di energia non direttamente presenti in natura, ma fonti di energia derivate dalle fonti primarie. Le fonti secondarie comprendono ad esempio l'energia elettrica o l'idrogeno. Le fonti secondarie sono un prodotto di trasformazione delle primarie e non possono cioè essere considerate una risorsa naturale.

Le fonti si distinguono anche per esauribilità. Ne esistono quindi due tipi:

- **fonti esauribili o non rinnovabili**, oggi essenzialmente i combustibili fossili (petrolio, carbone, gas naturale) e nucleari (uranio);
- **fonti non esauribili o rinnovabili**, al presente essenzialmente le biomasse (ovvero legna da ardere), l'energia idroelettrica con un minore contributo dovuto all'energia eolica, geotermica e solare.

Le fonti rinnovabili a loro volta possono essere distinte in:

- **rinnovabili classiche**, ovvero le biomasse, idroelettrico e il geotermico, già da tempo sotto sfruttamento;
- **le non convenzionali**, ovvero l'eolico e il solare, sulle quali si concentrano i maggiori e più recenti sforzi di sviluppo.

Alcuni fanno anche una ulteriore distinzione chiamando **fonti alternative o integrative** quelle fonti che essendo prodotte in piccola quantità sono da considerarsi integrative alle fonti principali, attualmente esse sono:

- Energia solare
- Energia Eolica
- Energia geotermica

Per ogni fonte energetica è importante considerare tre aspetti, che tra l'altro sono anche quelli che guidano dal punto di vista politico la scelta di una strategia di approvvigionamento energetico:

- la *disponibilità*,
- i *costi*,
- la *protezione dell'ambiente*.

Fattore di guadagno energetico

Uno dei parametri più importanti per la valutazione di una fonte di energia è il "**fattore di guadagno energetico**", o, in inglese, "**Energy return over input**" (EROI o EROEI). Esso viene definito come l'energia in uscita da una data fonte, divisa per l'energia spesa per ottenere una singola unità di quella fonte. Per esempio, l'energia ottenuta da un barile di petrolio, divisa per l'energia spesa per produrre quel singolo barile.

Seppure la definizione sia molto semplice, ci si rende subito conto che il calcolo da effettuare sia complesso, in quanto è una funzione del tempo, dipende dalla fonte di energia utilizzata, ecc. Inoltre, la valutazione dell'EROEI non è esente da criteri soggettivi e da valutazioni economiche e politiche.

È per esempio da segnalare che *non esiste a livello internazionale un accordo sui criteri di calcolo dell'EROI*, che quindi, a differenza di altri parametri, è sensibile a valutazioni soggettive.

Costi

Le valutazioni economiche di una fonte di energia usualmente contemplano il reperimento e il trasporto di combustibili, la costruzione e il costo d'esercizio di una centrale, il riciclaggio delle scorie, lo smantellamento della centrale stessa a fine esercizio, e il deposito delle scorie e il loro eventuale riciclaggio (questo soprattutto per le centrali nucleari a fissione). L'accresciuta coscienza ambientalista degli ultimi anni ha però sensibilizzato l'opinione pubblica e i governi a un uso più consapevole delle

fonti di energia, includendo nelle valutazioni economiche i cosiddetti "costi esterni" di una fonte di energia, cioè i costi associati a danni ambientali (effetto serra, emissioni di gas inquinanti, disastri ambientali...). Un esempio è il ventilato utilizzo di eco-tasse per gli eccessi di emissione di CO₂, previsto dal Protocollo di Kyōto: esso rappresenta una prima presa di coscienza dei costi non diretti (esterni) nell'utilizzo dei combustibili fossili.

Il calcolo dei costi esterni deve tener conto anche di eventuali danni dovuti a incidenti come il disastro di Černobyl' o gli sversamenti in mare di petrolio dovuti ad incidenti marittimi.

Le considerazioni sui costi esterni hanno comunque un ruolo sempre maggiore, corrispondente alla presa di coscienza che *non esistono fonti di energia che abbiano solo vantaggi*, ma l'utilizzo di una determinata fonte energetica implica sempre degli *svantaggi* sotto forma di perdita di energia utile.

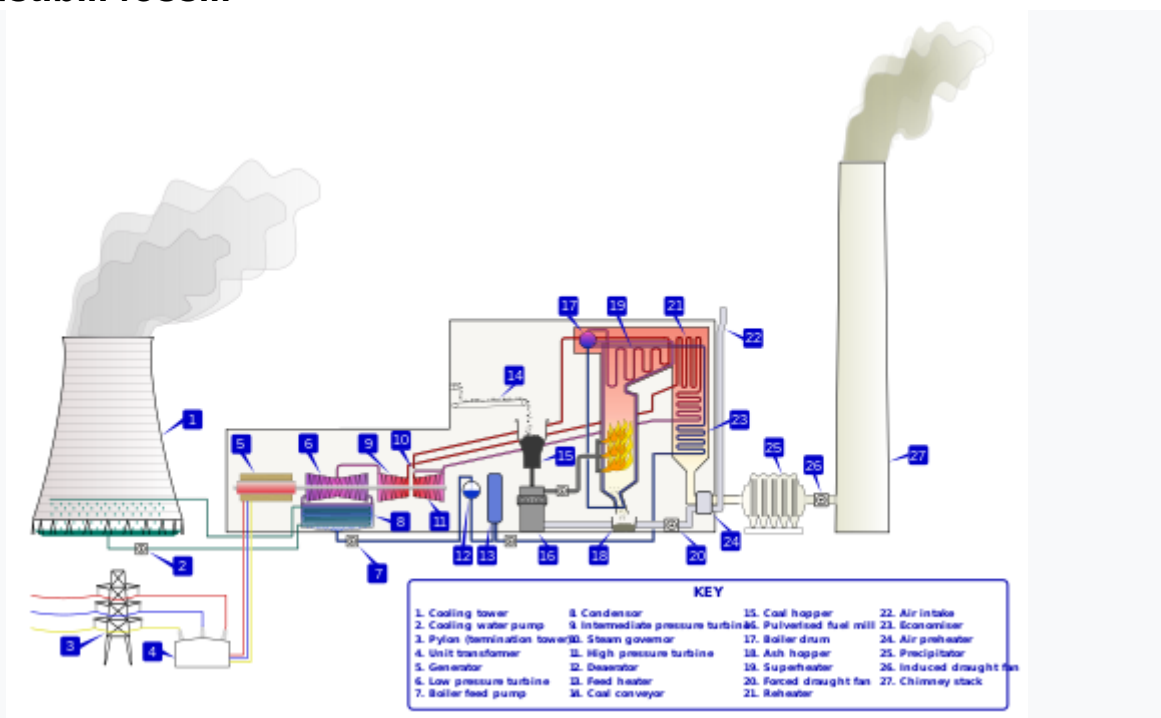
Problema energetico

La società moderna è strettamente dipendente dall'energia elettrica e meccanica per cui il possibile esaurimento delle fonti di energia è visto con preoccupazione da scienziati e tecnici che cercano continuamente soluzioni che superino l'esaurimento di tali fonti con nuove fonti di energia e/o promuovendo politiche di maggiore efficienza energetica.

Fonti non rinnovabili

Le fonti energetiche oggi più utilizzate sono le fonti non rinnovabili, tra cui in particolare i combustibili fossili come [petrolio](#), [carbone](#) e [gas naturale](#), dai [combustibili nucleari](#) come l'[uranio](#). La disponibilità di queste fonti è attualmente ancora abbastanza elevata e di conseguenza il costo relativamente basso. Tuttavia, per definizione stessa di energia non rinnovabile, esse sono associate a delle *riserve* finite, non inesauribili. Valutando le riserve, rispetto al consumo attuale di energia e al trend di crescita, ci porta a dovute preoccupazioni riguardo alla loro disponibilità futura, e di conseguenza alla crescita del loro prezzo sul mercato negli anni a venire.

Combustibili fossili



Schema di una centrale termoelettrica.



<http://www.marrazzoantonio.altervista.org>

Per quanto riguarda la fonte dei *combustibili fossili*, la combustione di carbone o idrocarburi quali metano o petrolio fornisce la massima quantità di energia, che è impiegata in parte per i sistemi di riscaldamento a combustione, in parte per il funzionamento di motori, ma specialmente per la produzione di energia elettrica, che è un tipo di energia che può essere trasferita a grandi distanze con bassa dissipazione ed è di facile impiego. Uno schema di una centrale elettrica che utilizza combustibili fossili è mostrato in figura: il combustibile viene bruciato in presenza di ossigeno, scalda dell'acqua fino alla produzione di vapore, il quale fluisce attraverso una turbina.

La turbina è collegata al rotore di un generatore elettrico, che produce elettricità. Nel mondo, le centrali termoelettriche producono il 65% dell'elettricità mondiale: tuttavia, la combustione dà come sottoprodotto l'anidride carbonica (CO₂) assieme ad altre sostanze inquinanti.

I vantaggi dei combustibili fossili, e del petrolio in particolare, sono l'alta densità di energia, il facile trasporto, e una larga disponibilità (almeno fino ad adesso). Il petrolio è poi utilizzato anche per fini non energetici (trasporti, riscaldamento e produzione di energia elettrica), e cioè: produzione di materie plastiche, fertilizzanti per l'agricoltura, e una serie di altre sostanze di largo uso (paraffina, vaselina, asfalto..).

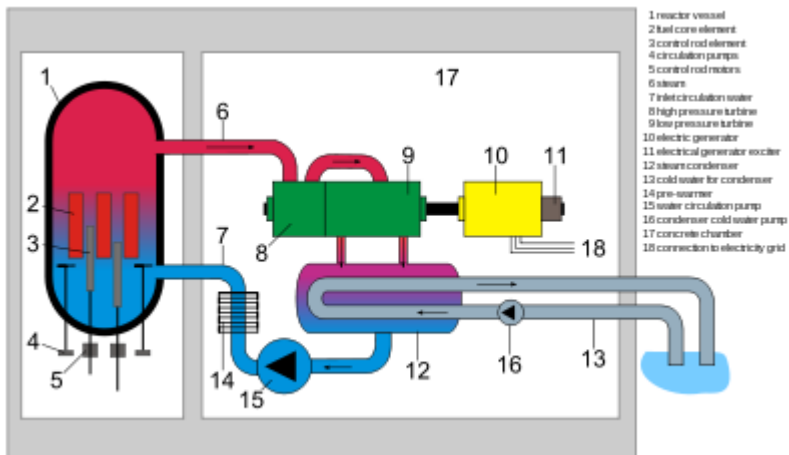
Gli svantaggi però sono numerosi: ogni anno nel mondo si consuma una quantità di combustibili fossili che la natura ha creato in milioni di anni. Le risorse stimate di combustibili fossili sono ancora enormi (soprattutto carbone), e possono soddisfare le domande energetiche mondiali ancora per almeno un centinaio di anni. Diversa è la situazione per il petrolio, che secondo le stime attuali potrebbe soddisfare le richieste energetiche per ancora 40 anni, per il cosiddetto "petrolio leggero", cioè quello che si estrae dai normali pozzi petroliferi. Tuttavia, i combustibili fossili presentano degli svantaggi ambientali notevoli. A parte la produzione di CO₂, la combustione di risorse fossili produce sostanze inquinanti, come ossidi di zolfo (SO₂ principalmente) e ossidi di azoto (NO_x). Secondo le stime dell'ONU (precisamente dell'Intergovernmental Panel on Climate Change), le riserve di combustibili fossili risultano sufficienti per creare problemi climatici imponenti come l'effetto serra.

Un altro problema è la localizzazione geografica dei combustibili fossili: circa il 65 % delle risorse mondiali di petrolio sono localizzate nel Medio Oriente, ed entro 30 anni i depositi europei di gas naturale saranno esauriti. Per quanto riguarda il Nord America, la situazione del gas naturale è ancora più critica. Si aggiunga a questo che molti Paesi vogliono diventare meno dipendenti dall'estero per la loro domanda energetica. Uno svantaggio notevole è pure il fatto che il passaggio, avvenuto nell'Inghilterra della fine del Settecento, da un'economia del legno a un'economia del carbone, ha comportato il passaggio da una fonte di energia esauribile, ma rinnovabile, a una fonte esauribile e non rinnovabile. Infatti, secondo alcuni geologi petroliferi, la diminuzione del petrolio disponibile avverrà molto prima che i cambiamenti climatici si facciano sentire seriamente: infatti, secondo la teoria del picco del petrolio sviluppata dal geologo statunitense Marion King Hubbert negli anni '50, la produzione annua di petrolio ha una forma a campana, con un picco di produzione mondiale che dovrebbe avverarsi negli anni fra il 2006 e il 2015. Secondo questa teoria quindi, l'imminente diminuzione della produzione di petrolio annua dovrebbe portare a cambiamenti geopolitici attualmente difficilmente prevedibili.

Energia nucleare

L'energia nucleare può essere vista come la madre di tutte le energie, sulla terra e persino nell'universo. Infatti tutte le energie, dal solare alle energie fossili, dall'eolico all'idroelettrico, non sono niente altro che un prodotto derivato di trasformazione dell'energia che è prodotta in quelle enormi fornaci, reattori nucleari che sono il sole e le stelle. Il primo a capire l'origine nucleare dell'energia che tiene acceso il sole e tutte le altre stelle fu Hans Bethe il quale nel 1938 teorizzò il ciclo di reazione nucleare, in suo onore chiamato ciclo di Bethe, che permette alle stelle di brillare. Per questo fondamentale contributo alla conoscenza umana Hans Bethe vinse il premio Nobel per la fisica nel 1967.

Fissione nucleare



L'**energia atomica da fissione** si basa sul principio fisico del difetto di massa, in cui si spezza un nucleo atomico pesante (in genere Uranio-235), per ottenere due nuclei più piccoli, che pesano meno del nucleo originario. La piccola differenza di massa è in grado di produrre un'enorme quantità di energia. Questa enorme densità di energia si traduce in una minore necessità di combustibile: una centrale elettrica convenzionale da 1 gigawatt richiede 1,400,000 tonnellate di petrolio in un anno (circa 100 super-petroliere), oppure solo 35 tonnellate all'anno di ossido d'uranio, UO_2 , cioè 210 tonnellate di minerale grezzo (2 vagoni merci).

L'energia nucleare da fissione è attualmente interamente utilizzata per la produzione di energia elettrica: il nucleo centrale della centrale- detto *nocciolo*- è costituito da barre di materiale fissile (il "combustibile"), circondate da un "moderatore" (acqua o grafite), che serve a rallentare i neutroni prodotti dalla reazione di fissione. Infine, il "refrigerante" (acqua o gas) serve ad assorbire il calore prodotto dalla reazione e serve poi come fluido primario di una centrale di tipo termoelettrico. In sostanza, lo schema teorico di una centrale nucleare è molto simile a quello di una centrale termoelettrica, se non che il calore non è prodotto da reazioni chimiche di combustione di petrolio o carbone, ma dalla reazione nucleare di fissione nelle barre di materiali fissili come uranio o plutonio.

Il maggiore vantaggio della fissione nucleare è che le reazioni di fissione non producono anidride carbonica (CO_2). Inoltre, data l'elevata densità energetica del combustibile, quasi scompaiono i problemi logistici per il trasporto delle immense quantità di materiale, in confronto ad una centrale termoelettrica convenzionale. Infine i volumi della produzione di rifiuti, quali scorie radioattive, nell'esercizio di una centrale nucleare sono di svariati ordini di grandezza inferiori ad una centrale a combustibili fossili o rinnovabili, quali ceneri, ossidi di azoto, anidride carbonica e ossidi di zolfo.

Fra gli svantaggi, anzitutto si ricorda che i prodotti della reazione di fissione e delle altre reazioni dei neutroni con i materiali che costituiscono il nocciolo, sono altamente radioattivi; quindi i materiali stessi di alcune parti della centrale, ovvero quelli sottoposti ad irraggiamento, come il nocciolo, devono essere trattati con tecniche particolari e una parte di esse immagazzinata in siti geologici profondi (*depositi permanenti*). Seppure i volumi di materiali da isolare sono relativamente modesti, a questo enorme contrazione di volume, si accompagna un equivalente aumento della pericolosità dei rifiuti, influenzando così, in maniera profonda, le attività di trasporto, trattamento e collocazione.

Un altro svantaggio spesso dimenticato è che le riserve di uranio sono minori delle riserve di carbone e petrolio.

Fonti rinnovabili

Nel 2004, le energie rinnovabili fornivano attorno al 7% dell'energia elettrica consumata nel mondo, soprattutto rappresentate dalle classiche, idroelettrico e biomasse. Il settore delle energie rinnovabili è



<http://www.marrazzoantonio.altervista.org>

cresciuto significativamente dagli ultimi anni del ventesimo secolo, aumentando in maniera consistente a livello globale, si pensi che attualmente in alcuni paesi si è raggiunti il 50%.

Legna da ardere e biomasse

Legna da ardere, proveniente da taglio di bosco naturale, la cui richiesta sul mercato è oggi in ripresa causa gli alti costi dei combustibili fossili

La combustione di biomassa rappresenta, storicamente, la più antica forma di energia sfruttata dall'uomo. La combustione di legno o altri materiali organici facilmente disponibili rappresenta infatti la più antica maniera di produrre calore e quindi energia, ancora oggi con un peso preponderante nei Paesi più poveri del mondo.

Ultimamente, tuttavia, una rinnovata coscienza ambientale, unita ad una crescente preoccupazione per il reperimento delle risorse energetiche, hanno fatto tornare di attualità questa fonte anche nei paesi più industrializzati.

In tale ambito, la combustione di combustibili rinnovabili viene intesa come combustione di scarti di lavorazione dell'industria agroalimentare o del legno, nonché anche come combustione di biomassa a crescita stagionale appositamente coltivata. È da notare che per la normativa italiana di riferimento vengono considerati combustibile rinnovabile anche i rifiuti organici o inorganici urbani (rifiuti solidi urbani, o "RSU") o industriali. La UE considera invece "rinnovabile" solo la parte organica di tali rifiuti (ovvero gli scarti vegetali) ed ha pertanto aperto procedure di infrazione contro l'Italia per la violazione delle discipline in merito.

Energia solare

L'energia solare è in realtà il motore di qualsiasi attività sulla Terra: anche il petrolio è indirettamente energia solare accumulata dalla fotosintesi di antiche piante, il cui materiale organico si ritiene si sia accumulato e trasformato sottoterra, durante intere ere geologiche. L'uso diretto dell'energia solare è basato sul fatto che il Sole a perpendicolo all'equatore invia 1366 W per metro quadro (costante solare). È una quantità di energia enorme: tuttavia, solo una parte può essere direttamente convertita in elettricità. È stato calcolato che, qualora si coprisse tutta la superficie terrestre di pannelli solari, l'energia messa a disposizione ogni anno sarebbe di ben 130 000 Gtep. Questo valore, relativo a solo un anno, è enorme se confrontato col valore totale (che una volta esaurito non è più rinnovabile) delle riserve di petrolio le quali ammontano a 150 Gtep per le accertate e a 300 Gtep (+500 se si considera anche il petrolio non-convenzionale) per le riserve stimate.

Fotovoltaico

Attualmente, l'energia del sole può essere catturata usando il **solare fotovoltaico**. Infatti, una cella fotovoltaica al silicio (Photovoltaic Cell-PV) converte il 18% di questa energia *direttamente in elettricità*: questo è un vantaggio notevole rispetto alle fonti di energia tradizionali, che devono contemplare il passaggio intermedio in energia termica, poi meccanica, e poi elettrica, attraverso il riscaldamento di acqua, produzione di vapore e azionamento di una turbina e un generatore elettrico, come nel caso dei combustibili fossili.

Solare termico / termodinamico

Solare termodinamico: specchi parabolici vengono disposti in righe per massimizzare l'accumulo di energia solare nel minimo spazio possibile.

Invece di usare celle fotovoltaiche, l'energia del sole può essere utilizzata per produrre energia in un sistema termico (**solare termodinamico**). In questo tipo d'impianto, degli specchi parabolici concentrano la luce diretta del sole su un tubo ricevitore. Dentro il tubo scorre un fluido (detto *fluido termovettore* perché è adatto a trasportare calore), che assorbe l'energia e la trasporta in un serbatoio. Alla fine, il serbatoio è in contatto termico con uno scambiatore di calore, che genera vapore secondo



<http://www.marrazzoantonio.altervista.org>

gli schemi tradizionali visti più sopra per i combustibili fossili, per l'energia geotermica e per le centrali nucleari a fissione.

I critici del solare termodinamico l'affermano che si tratta di una tecnologia presente da molti anni (anche in impianti imponenti, come per esempio quello di Kramer Junction in California), e che in tutto questo tempo non ha dato contributi significativi. Inoltre, il solare termodinamico non sarebbe esente da difficoltà progettuali, legate ad esempio al movimento per l'orientamento degli specchi verso il sole o alla loro pulizia.

Energia eolica

L'energia eolica è una delle fonti di energia più antiche: i mulini a vento sono stati utilizzati fin dal settimo secolo d.C. per convertire l'energia del vento in energia meccanica; inoltre, le navi a vela hanno solcato gli oceani per secoli, fino all'avvento delle prime navi a vapore. Nei tempi moderni, le turbine eoliche sono utilizzate per produrre elettricità. Una turbina consiste in un grande rotore con tre pale, che viene messo in azione dal vento. L'energia eolica genera solo lo 0,3% del fabbisogno mondiale di elettricità, ma le sue capacità sono in aumento. Eolica è per il 20% l'elettricità prodotta in Danimarca, il 6% in Germania, e il 5% in Spagna. I vantaggi sono costi ridotti, tecnologia semplice, produzione di energia decentrata anche in aree remote (si pensi a piccole isole o a zone montuose impervie).

Gli svantaggi sono la localizzazione geografica (come nel caso della geotermia), ampi spazi necessari per una produzione centralizzata (circa 490 km² per un impianto da 1000 MW), e l'impatto ambientale: le turbine eoliche sono infatti rumorose e potenzialmente pericolose nel caso di rottura del rotore. Inoltre, non tutti gradiscono la loro presenza nel paesaggio. Talvolta sono stati segnalati problemi all'allevamento di bovini e ovini, causati dalla rumorosità degli impianti eolici (infatti, per la costruzione di tali impianti si privilegiano aree non coltivate e lontane da insediamenti urbani, come i terreni impiegati per la pastorizia).

Negli Stati Uniti, secondo i promotori dell'eolico, sembra che sia fattibile la convivenza delle cosiddette "fattorie eoliche" assieme alle più tradizionali fattorie, negli Stati a minore densità di popolazione.

In Europa è stata invece proposta la costruzione di centrali eoliche in mare, ma questo ovviamente complica la costruzione e la manutenzione, e aumenta quindi il costo di un kWh eolico rispetto a fonti di energia tradizionali. Nel caso italiano, la Puglia e la Sardegna sono state individuate come siti adatti allo sfruttamento dell'energia eolica.

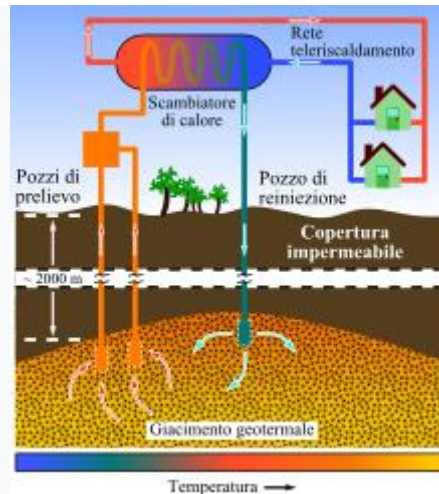
Sono inoltre allo studio soluzioni innovative in grado di captare il vento d'alta quota (più costante ed intenso) garantendo alta efficienza di conversione e costanza della produzione. Tra queste il Kite Wind Generator, brevetto italiano.

Energia idroelettrica

L'*energia idroelettrica* usa l'energia potenziale di acqua posta in alta quota in bacini montani, che cadendo agisce su una turbina, producendo elettricità. Il principio è il medesimo di una centrale termoelettrica: la differenza è che il mezzo che fa girare la turbina è l'acqua, e non il vapore. Per aumentare la portata di acqua che agisce sulla turbina, è possibile costruire delle dighe, che accumulano acqua in modo da creare un bacino artificiale. L'acqua viene quindi incanalata in speciali tubi, detti condotte forzate, che convogliano l'acqua ad alta velocità contro le turbine. Questi sistemi possono essere molto grandi: la diga di Itaipú, fra il Brasile e il Paraguay, genera 14000 MW elettrici. È in operazione dal 1984.

Attualmente, il 16% dell'elettricità mondiale è di origine idroelettrica: uno degli svantaggi dell'energia idroelettrica però è proprio l'impatto ambientale e sociale della costruzione di dighe. Infatti, se l'impatto ambientale di piccole dighe non è grave, grandi dighe che creano grandi invasi non sono così innocue come potrebbero sembrare. In Cina, per esempio, quasi 2 milioni di persone dovranno cambiare abitazione, come effetto della costruzione della diga delle Tre Gole, sul fiume Yangtze. La presenza di dighe influisce sulle specie animali presenti nel fiume, e anche sulle specie di pesci che si riproducono nei fiumi. Un altro svantaggio è che l'energia idroelettrica è geograficamente molto localizzata, e può essere utilizzata solo in Paesi montani o che dispongono di salti naturali, come grandi cascate.

Energia geotermica



Schema della centrale geotermica di Ferrara

L'energia geotermica è l'energia generata per mezzo di fonti geologiche di calore e può essere considerata una forma di energia rinnovabile. Si basa sulla produzione di calore naturale della Terra (geotermia) alimentata dall'energia termica rilasciata in processi di decadimento nucleare di elementi radioattivi quali l'uranio, il torio e il potassio, contenuti naturalmente all'interno della terra. Penetrando in profondità, la temperatura diventa gradualmente più elevata, aumentando di circa 30 °C per km nella crosta terrestre.

Lo sfruttamento di questa fonte, nel caso di sorgenti geotermali ad alta entalpia, consiste nel convogliare i vapori provenienti dalle sorgenti d'acqua del sottosuolo verso apposite turbine adibite alla produzione di energia elettrica. E nel riutilizzare il vapore acqueo per il riscaldamento urbano, le coltivazioni in serra e il termalismo. Allo scopo di aumentare l'efficienza, si ricorre spesso all'immissione di acqua fredda in profondità attraverso pozzi, in modo da recuperare in superficie un flusso costante di vapore.

La prima dimostrazione di utilizzo dell'energia geotermica avvenne il 4 luglio 1904 in Italia per merito del principe Piero Ginori Conti che sperimentò il primo generatore geotermico a Larderello^[33].

L'Islanda è uno dei paesi a maggiore sfruttamento di energia geotermica.

L'energia geotermica può essere sfruttata anche nel caso di rinvenimento di aree a media entalpia, in pratica acqua calda nel sottosuolo, il cui calore viene sfruttato con scambiatori di calore, inoltre è possibile utilizzare il normale gradiente geotermico in applicazioni domestiche come per climatizzazione edilizia edilizio

L'energia geotermica rappresenta oggi meno dell'1% della produzione mondiale di energia. È inoltre una fonte di energia non omogeneamente distribuita geograficamente.

Energia marina o oceanica

Con energia oceanica si intende l'insieme dell'energia racchiusa in varie forme nei mari e negli oceani. Questa immensa quantità di energia può essere estratta con diverse tecnologie: basate sull'energia cinetica dei fluidi (correnti, onde, maree) e sul gradiente (termico e salino). Al giorno d'oggi sono stati sperimentati molti sistemi di estrazione dell'energia ed alcuni sono già in uno stadio precommerciale.

La legge impone all'impresa di adottare tutte le misure di sicurezza per evitare rischi per la salute dei lavoratori mentre sono impegnati sul luogo di lavoro. Il sistema di prevenzione prevede:

- una fase di valutazione dei rischi ai quali sono esposti i dipendenti;



<http://www.marrazzoantonio.altervista.org>

- una fase nella quale vengono individuati e installati i sistemi di sicurezza necessari;
- una fase nella quale i lavoratori vengono informati e formati ad un corretto utilizzo di questi strumenti.

Cos'è la valutazione dei rischi

La legge nel corso degli anni ha stabilito regole sempre più efficaci per prevenire gli infortuni sul lavoro ed evitare quindi i rischi per la salute dei lavoratori. Il sistema di regole che oggi sono riassunte nel D.Lgs. n. 81 del 2008 che ha sostituito il precedente D.Lgs. n. 626 del 1994 noto anche semplicemente come “626”, impone al datore di lavoro e ad una serie di altri soggetti, di eliminare le fonti di pericolo collegate allo svolgimento di una determinata attività lavorativa all'interno di un determinato contesto.

Le azioni di prevenzione, quindi, devono adattarsi alle singole realtà nelle quali si va ad operare, coinvolgendo nel procedimento anche i lavoratori.

Per questo motivo la normativa prevede tre momenti fondamentali.

- Nel primo “valutazione dei rischi” l'impresa individua i rischi ai quali sono esposti i lavoratori.
- Nel secondo vengono adottate le misure di sicurezza ritenute più idonee ad eliminare o comunque a contenere i rischi.
- Nel terzo i lavoratori vengono informati sui rischi ai quali sono esposti e viene loro data una formazione adeguata per l'utilizzo dei sistemi di sicurezza.

La valutazione dei rischi

Il primo dovere che la legge impone all'impresa che costituisce un passaggio obbligato per la scelta degli strumenti di protezione da utilizzare, è quello di valutare i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori impiegati in un determinato luogo ed in una determinata attività.

Più in particolare il datore di lavoro deve prendere in considerazione:

- **i rischi ordinari:** cioè i rischi tipici di quella determinata area professionale in cui il dipendente si trova a lavorare (nel caso ad esempio di una ditta di pulizie, il rischio collegato al trasporto di scale, di attrezzi, ecc...);
- **i rischi specifici:** cioè i rischi propri del contesto in cui l'attività viene svolta (sempre con riferimento allo stesso esempio, i rischi collegati con l'utilizzo di un particolare solvente piuttosto che un altro a seconda del luogo che deve essere pulito, una cisterna piuttosto che una sala operatoria);
- **i rischi da interferenza:** cioè i rischi che derivano dallo svolgimento di una determinata attività in un particolare contesto o luogo nel quale l'attività stessa va ad interferire con altre e diverse attività svolte nel medesimo settore (si pensi all'ipotesi in cui l'attività di pulizie viene svolta all'interno di un ospedale che comporta quindi il venire a contatto con persone malate o con la presenza di altri lavoratori presenti nello stesso momento che svolgono altre mansioni).

Una volta individuati tutti i rischi deve essere predisposto un documento, detto documento generale sui rischi, che contiene l'indicazione dei rischi preventivati e le misure che si intendono adottare per eliminarli o ridurli.

In caso di costituzione di nuova impresa, il datore di lavoro è obbligato ad effettuare immediatamente la valutazione dei rischi elaborando il relativo documento entro 90 giorni dalla data di inizio della propria attività.

Inoltre la valutazione dei rischi deve essere immediatamente rielaborata in occasione di modifiche del processo produttivo o della organizzazione del lavoro significative ai fini della salute e sicurezza dei lavoratori, o in relazione al grado di evoluzione della tecnica, della prevenzione o della protezione o a seguito di infortuni significativi o quando i risultati della sorveglianza sanitaria ne evidenzino la necessità.

I dispositivi di protezione

Una volta conclusa la valutazione dei rischi e terminata la redazione del documento generale sui rischi, il datore di lavoro deve concretamente adottare le misure più efficaci per eliminare o ridurre al minimo i rischi per la salute dei lavoratori.

Sulla base di questi elementi il datore di lavoro organizza e dota di appositi strumenti un servizio di protezione e prevenzione contro i rischi, la salute e gli infortuni.

Le misure di sicurezza si distinguono, in linea di massima, in due grandi categorie:

- **i dispositivi di protezione collettiva:** gli strumenti che tendono ad eliminare un determinato rischio per tutti i lavoratori, escludendolo alla radice
- **i dispositivi di protezione individuale:** le attrezzature destinate ad essere indossate e tenute dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo.

Si pensi ad un luogo di lavoro nel quale i lavoratori vengono a contatto con dei gas o delle esalazioni. In questo esempio uno strumento di protezione collettiva può essere un meccanismo di aspirazione dei fumi mentre uno strumento di protezione individuale può essere una mascherina data in dotazione a ciascun lavoratore.

La legge prevede espressamente che quando è possibile adottare uno strumento di protezione collettiva che elimina il rischio il datore di lavoro è tenuto a preferire questa soluzione all'utilizzo di strumenti di protezione individuale.

Quando vengono, invece, adottati i dispositivi di protezione individuale questi devono:

- essere adeguati ai rischi da prevenire, senza comportare di per sé un rischio maggiore
- essere adeguati alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro
- tenere conto delle esigenze ergonomiche o di salute del lavoratore
- poter essere adattati all'utilizzatore secondo le sue necessità



<http://www.marrazzoantonio.altervista.org>

- essere conformi agli standard qualitativi previsti dalla legge che disciplina le caratteristiche tecniche relative allo specifico comparto in cui sono utilizzati.
- Una volta che essi sono consegnati al lavoratore, questi:
- deve utilizzarli conformemente all'addestramento fornito
- deve provvedere alla loro cura
- non deve modificarli di sua iniziativa
- deve segnalare al datore di lavoro ogni difetto o malfunzionamento.

La formazione

Un'efficace prevenzione contro gli infortuni passa necessariamente attraverso una formazione seria e sempre aggiornata che va fornita non solo ai lavoratori, ma anche ai dirigenti (che devono infatti essere ben consapevoli dei rischi che devono fronteggiare e dei mezzi a disposizione per farlo) e ai rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza (ovverosia i lavoratori che hanno il compito istituzionale di collaborare con l'impresa per il miglioramento della sicurezza sui luoghi di lavoro). In particolare ai lavoratori devono essere fornite tutte le informazioni:

- sui rischi per la salute e sicurezza sul lavoro connessi alla attività della impresa in generale
- sulle procedure che riguardano il primo soccorso, la lotta antincendio, l'evacuazione dei luoghi di lavoro
- sui nominativi dei lavoratori incaricati di applicare le misure di primo soccorso e di protezione incendi
- sui nominativi del responsabile e degli addetti del servizio di prevenzione e protezione e del medico competente.

Se poi dalla valutazione dei rischi emerge la presenza di rischi specifici per i lavoratori allora questi vanno informati:

- sui rischi specifici cui sono esposti in relazione all'attività svolta, sulle normative di sicurezza e sulle disposizioni aziendali in materia
- sui pericoli connessi all'uso delle sostanze e dei preparati pericolosi sulla base delle schede dei dati di sicurezza previste dalla normativa vigente e dalle norme di buona tecnica
- sulle misure e le attività di protezione e prevenzione adottate.

Altri strumenti di prevenzione

Accanto alla valutazione dei rischi, all'adozione dei dispositivi di protezione e alla formazione continua dei lavoratori e dei dirigenti, la legge impone altri doveri per garantire la sicurezza sui luoghi di lavoro.

Tra questi si collocano:



<http://www.marrazzoantonio.altervista.org>

- la predisposizione di misure di primo soccorso per fronteggiare gli infortuni nell'immediatezza del fatto, le emergenze e le situazioni di grave pericolo
- una costante rivalutazione dei rischi e della funzionalità delle misure per conservarne (ed anzi aumentarne) nel tempo gli standard di funzionamento
- l'utilizzo di strumenti e di cartellonistica per la segnalazione dei rischi e dei pericoli (il cui significato va preventivamente spiegato ai lavoratori all'interno della formazione)

la predisposizione di un servizio di regolare manutenzione.

Il funzionamento delle strutture di prevenzione deve poi essere garantito senza che questo comporti oneri per i lavoratori.

Il ruolo del lavoratore

- Il lavoratore è sempre tenuto a prendersi cura della propria salute e sicurezza e di quella delle altre persone presenti sul luogo di lavoro, su cui ricadono gli effetti delle sue azioni o omissioni, secondo la formazione che ha ricevuto, le istruzioni e i mezzi forniti dal datore di lavoro.

Il lavoratore infatti:

- deve contribuire alla sicurezza
- deve osservare le disposizioni e le istruzioni impartite dal datore di lavoro, dai suoi preposti e dai dirigenti
- deve segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le deficienze dei mezzi e dei dispositivi
- non deve rimuovere o modificare senza autorizzazione i dispositivi di sicurezza o di segnalazione o di controllo
- deve seguire la formazione
- deve sottoporsi ai controlli sanitari.

Inoltre, come abbiamo visto, tra i doveri più rilevanti rientra l'utilizzo e l'utilizzo corretto delle attrezzature e dei dispositivi di protezione forniti dall'impresa.