

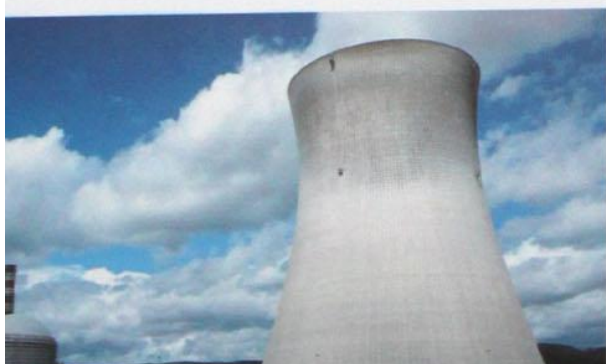
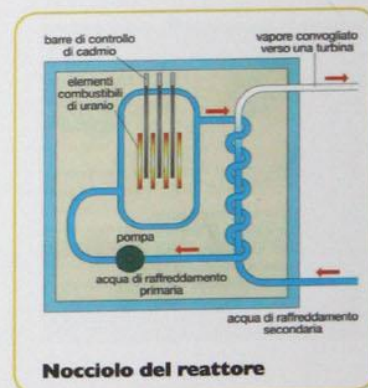
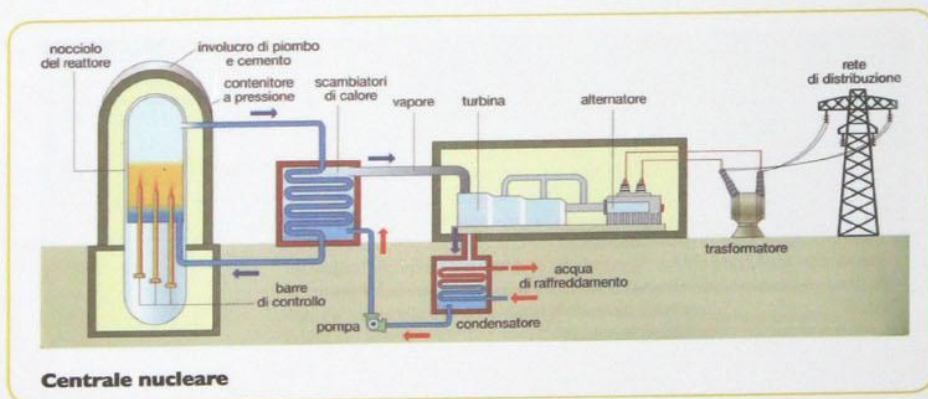
# LA CENTRALE NUCLEARE

**Il reattore è il cuore di una centrale nucleare e la reazione avviene nella sua parte centrale, detta nocciolo.**

Attorno al nocciolo corrono tubi contenenti acqua che viene riscaldata dal calore emesso dalla reazione nucleare e trasformata in vapore.

Da questo punto in poi la centrale nucleare funziona come una qualsiasi centrale termoelettrica a olio combustibile o a gas. Il vapore fa ruotare delle turbine collegate a reattori che producono energia elettrica.

La differenza è solo nelle strutture infatti, poichè i neutroni, l'uranio e i prodotti della fissione sono radioattivi e quindi molto pericolosi, tutto l'insieme è racchiuso in contenitori di acciaio e di piombo, a loro volta inseriti in robusti edifici in cemento armato.





# IMPATTO AMBIENTALE

Fissione e fusione sono due fonti di energia che potrebbero risolvere definitivamente il problema energetico dell'umanità e inoltre in nessuno dei due casi viene emessa anidride carbonica.

**Il reattore deve evitare perdite di materiale radioattivo** pericoloso per le cellule di un organismo animale o vegetale visto che può produrre danni molto gravi, come malattie ereditarie e difetti genetici.

**Il problema maggiore** del nucleare risulta quindi **lo smaltimento del materiale** utilizzato nel funzionamento dei reattori, che resta radioattivo anche per migliaia di anni.

## CHE COSA SONO LE SCORIE RADIOATTIVE

Le scorie radioattive sono molto pericolose per la salute dell'uomo e vanno interrate ermeticamente.

Le scorie radioattive sono il combustibile esausto originatosi all'interno dei reattori nucleari nel corso dell'esercizio.

Esse rappresentano un sottoinsieme dei rifiuti radioattivi, suddivisibili in base al livello di attività in tre categorie: basso, intermedio ed alto.

La radioattività decade nel tempo:

per alcune scorie di basso livello servono circa 300 anni, mentre scorie di medio-alto livello richiedono fino a 250.000 anni per diventare inattive.

## DEPOSITI TEMPORANEI DI MATERIALE RADIOATTIVO



- 1 Centro comune di ricerca Ispra: Reattore Ispra, Reattore Esso R, Deposito E39.2, Deposito Ispra, Laboratorio PERLA, Laboratorio ETH-EL
- 2 Reattore CESNEF, Deposito Campoverde
- 3 Deposito Gammadiagnostic di GUANZATE, Deposito Gammator
- 4 Deposito Crad
- 5 Reattore SM-1, (INFN) di Legnaro
- 6 Reattore LENA, Deposito Controlsinic di Voghera
- 7 Centrale nucleare, Sogin di Caorso
- 8 Reattore RB3 di Montecuccolino
- 9 Deposito protex
- 10 Deposito CANRC di Termoli
- 11 Deposito Camerad
- 12 ITREC Enea di Trisala
- 13 Reattore AGN, Deposito Sicurad
- 14 Centrale Nucleare Sogin di Garigliano
- 15 Centrale Nucleare Sogin Di Latina
- 16 Impianto trattamento-deposito nucleo in Casaccia ENEA in Casaccia, imp.Plutonio, OPECI, TRIGA, TAPIRO
- 17 Reattore Cisam di S.Pietro a Grado
- 18 FN (Enel-Enea) di B. Marengo
- 19 Saluggia, C.le Nucleare Sogin Di Trino Vercellese
- 20 Politecnico Torino



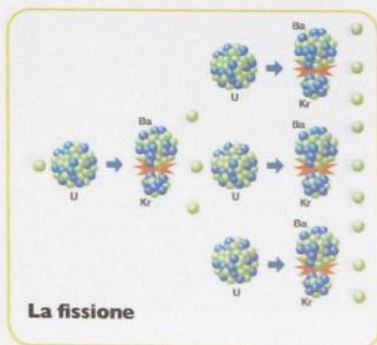


# CHE COS'È IL NUCLEARE

L'energia nucleare è una forma di energia prodotta da reazioni fisiche, la **fissione** e la **fusione**, che avvengono all'interno del nucleo degli atomi di alcuni elementi chimici in seguito a particolari urti.

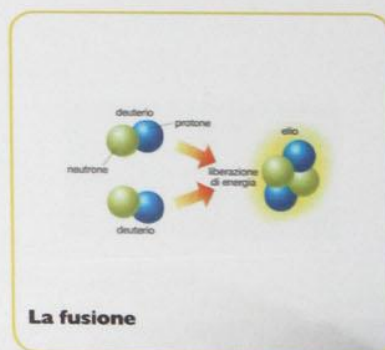
## LA FISSIONE

Il nucleo di uranio, scontrandosi con un neutrone, si spezza in due frammenti e in due o tre neutroni, liberando energia sotto forma di calore. I neutroni emessi urtano con altri nuclei di uranio e provocano ulteriori fissioni in numero sempre crescente innescando una reazione a catena. Se questa reazione non viene controllata diventa esplosiva e si ha la bomba atomica. Se la fissione viene invece controllata, può essere usata per produrre energia e si ha il reattore nucleare.



## LA FUSIONE

È la reazione che si ha quando due nuclei di idrogeno si scontrano, fondendosi assieme in un nucleo più grande e liberando energia sotto forma di calore. Il processo non controllato porta alla bomba all'idrogeno, mentre il processo controllato porta invece al reattore a fusione. La temperatura necessaria al processo di fusione è elevatissima, dell'ordine di milioni di gradi, e dunque assai difficile da raggiungere in laboratorio (in natura viene raggiunta all'interno del Sole e delle altre stelle).





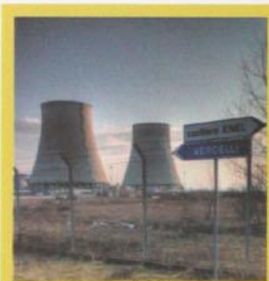
# DOV'È IL NUCLEARE

## LE CENTRALI NUCLEARI IN ITALIA

Dopo il disastro di Chernobyl, in **ITALIA L'8 E IL 9 NOVEMBRE 1987** fu indetto un referendum con il quale gli italiani dissero **NO ALL'ENERGIA ATOMICA**. Le quattro centrali italiane furono quindi disattivate.



● Centrali nucleari ● Depositi scorie

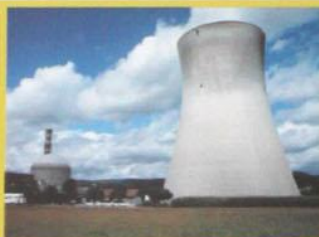


Trino

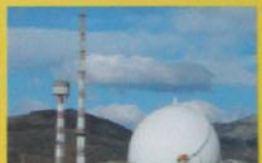
Caorso



Garigliano

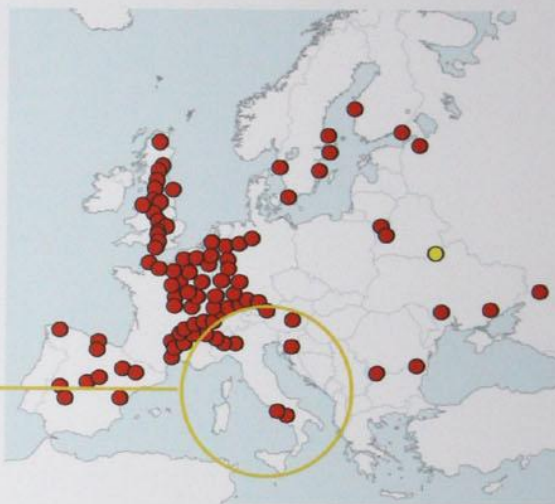


Latina



## LE CENTRALI NUCLEARI IN EUROPA

Sono 195 le centrali nucleari in Europa, cui si aggiungono 19 centrali in costruzione.



Per quanto riguarda i Paesi più vicini all'Italia:

FRANCIA	58+1 in costruzione
SPAGNA	8
SVIZZERA	5
GRAN BRETAGNA	19
OLANDA	1
SLOVENIA	1
BELGIO	7
GERMANIA	17

Allontanandoci dai nostri confini:

RUSSIA	32+11 in costruzione
UCRAINA	15+2
SVEZIA	10
FINLANDIA	4+1
REP.CECA	6
SLOVACCHIA	4+2
UNGHERIA	4
ROMANIA	2

La Francia è prima anche per quanto riguarda la percentuale di energia elettrica prodotta con le centrali nucleari: il nucleare copre il 76,2% del fabbisogno elettrico nazionale. Seguono la Slovacchia con il 54,4%, il Belgio con il 53,8% e la Spagna con il 42%.



# CHERNOBYL E FUKUSHIMA

## Chernobyl

Si trova in Ucraina vicino al confine con la Bielorussia.

Il disastro avvenne il 26 aprile 1986 con l'esplosione del reattore numero 4 della centrale nucleare. In seguito alle esplosioni, dalla centrale si sollevarono delle nubi di materiali radioattivi che raggiunsero l'Europa orientale e la Scandinavia oltre alla parte occidentale dell'ex-URSS. Vaste aree vicine alla centrale furono pesantemente contaminate rendendo necessaria l'evacuazione e il reinsediamento in altre zone di circa 336.000 persone. Le repubbliche di Ucraina, Bielorussia e Russia sono ancora oggi gravate dagli ingenti costi di decontaminazione ed è alta l'incidenza dei tumori e delle malformazioni sugli abitanti della zona colpita.

## L'incidente

Avvenne il 26 aprile 1986 alle ore 1:23:45 presso la Centrale nucleare V. I. Lenin di Chernobyl. Nel corso di un test definito "di sicurezza" (già eseguito senza problemi di sorta sul reattore n° 3), furono paradossalmente violate tutte le regole di sicurezza e di buon senso portando ad un brusco e incontrollato aumento della potenza e quindi della temperatura del nocciolo del reattore n° 4 della centrale: si determinò la scissione dell'acqua di refrigerazione in idrogeno ed ossigeno a così elevate pressioni da provocare la rottura delle tubazioni del sistema di raffreddamento del reattore. Il contatto dell'idrogeno e della grafite incandescente delle barre di controllo con l'aria, a sua volta, innescò una fortissima esplosione e lo scoperciamiento del reattore.

All'esplosione del contenitore seguì il violento incendio della grafite contenuta nel nocciolo, incendio che in alcune ore disperse nell'atmosfera un'enorme quantità di isotopi radioattivi. Fu il primo incidente nucleare ad essere stato classificato come livello 7, il massimo livello della scala INES degli incidenti nucleari; il secondo caso ad essere classificato come livello 7 è quello accaduto nella centrale nucleare di Fukushima in Giappone l'11 marzo 2011.

## Fukushima

Fukushima è una città delle coste del Giappone, capoluogo della prefettura dell'isola di Honshu. Il Giappone possiede 52 centrali nucleari che soddisfano circa il 25% del fabbisogno energetico del paese. Il governo nipponico ha recentemente puntato al rilancio dell'energia nucleare mediante la progettazione di nuove centrali.

L'11 marzo del 2011 a causa di una scossa di terremoto scoppiò il nocciolo della centrale nucleare e ci furono molti morti, quasi quanti l'incidente di Chernobyl.

## L'incidente

Erano le 14:46 locali quando un terremoto di magnitudo 8,9 gradi Richter ha colpito la parte nord-orientale dell'isola Honshu, la più grande del Giappone, a 380 Km da Tokio. Pochi minuti dopo uno tsunami con onde alte più di 10 m si è abbattuto sulle coste affacciate sul Pacifico seminando morte e distruzione nell'area di Sendai, la più vicina all'epicentro. Per il Giappone questa è la più grande tragedia del dopoguerra, per il mondo il sisma più potente che si sia mai verificato da quando si registrano i terremoti. A questo si aggiunge poi un'altra catastrofe, l'allarme nucleare. L'agenzia giapponese per la sicurezza nucleare ha innalzato al livello massimo la classificazione dell'incidente: Fukushima è grave come Chernobyl.

La situazione della centrale nucleare di Fukushima è ancora più grave di quanto si potesse pensare. Sembra infatti che i dati sulla radioattività forniti dalla Tepco, la società che gestisce l'intera centrale, siano sbagliati. In un primo momento si era parlato di una radioattività 10 milioni di volte superiore ai normali livelli naturali, mentre sembra che questa radioattività sia 100 mila volte superiore ai livelli dichiarati dalla Tepco stessa.



PRIMA



DOPO



PRIMA



DOPO



# L'OPINIONE DEGLI ESPERTI

## FAVOREVOLI

### UMBERTO VERONESI

*“Senza il nucleare l'Italia muore. Tra 50 anni finirà il petrolio, tra 80-100 il carbone, seguito poi dal gas. Altre fonti non saranno sufficienti a fornire l'energia di cui abbiamo bisogno. Il risultato?”*



*Non avremo luce, non potranno funzionare gli elettrodomestici e neppure far viaggiare i treni.”*  
(U.Veronesi)

Secondo Veronesi i principali problemi di un reattore potrebbero essere:

- **La sicurezza:** obiettivo non difficile da garantire;
- **Le scorie** che andranno messe in sicurezza ad esempio mettendole dentro ad una montagna o a grandi profondità;
- **Personale qualificato** poichè il fattore umano è stato cruciale nel causare i disastri del passato come Chernobyl che a distanza di 25 anni agita ancora negli italiani incubi difficili da scacciare; ma secondo Veronesi quanto successo non potrà mai più accadere perchè là era tutto sbagliato: una macchina vecchia, l'esperimento "folle" deciso da un direttore che non era un esperto di nucleare e il personale non addestrato correttamente;
- **Le fonti rinnovabili non possono essere un'alternativa** perchè con le biomasse, la geotermica, l'idroelettrica e il fotovoltaico non si può arrivare a coprire l'intero fabbisogno energetico italiano.

### VANTAGGI DEL NUCLEARE

Le centrali nucleari non producono anidride carbonica ed ossidi di azoto e di zolfo, principali cause del buco nell'ozono e dell'effetto serra.

La produzione di energia dal nucleare riduce l'importazione di petrolio e la dipendenza delle economie dal petrolio. La copertura del fabbisogno energetico interno tramite il nucleare riduce la possibilità degli shock esterni sull'economia.

Le principali riserve petrolifere sono concentrate in pochi paesi ad elevata instabilità politica che rischia di trasmettersi anche nei paesi fortemente dipendenti dall'import del petrolio.

## NON FAVOREVOLI

### MARIO TOZZI

*“L'unico vantaggio che il nucleare produce sono i profitti che porta alle banche e ai gruppi industriali che si accaparrano gli appalti”* (M.Tozzi, geologo e conduttore televisivo di Gaia).



Secondo Tozzi i principali problemi di un reattore potrebbero essere:

- **La sicurezza** finale delle centrali che non è affatto garantita, visto che le centrali nucleari vengono progettate sulla base di un rischio sismico atteso;
- **Le scorie** che sono un problema dal punto di vista economico e per la loro localizzazione di stoccaggio;
- **Il nucleare non è nemmeno così economico** come sostengono vari politici e presunti esperti; si potrà sapere quanto costa realmente il kilowattora prodotto dall'atomo solo quando avremo reso inattivo il primo chilogrammo di scorie radioattive prodotte dalle centrali, cioè fra 30 mila anni.

Il ritorno del nucleare propaga la sua convenienza economica senza tenere conto dell'esternalità e cioè dei costi aggiuntivi che ne fanno lievitare il prezzo, che vanno dallo smaltimento delle scorie ai costi sociali ed economici di un eventuale incidente.

### SVANTAGGI DEL NUCLEARE

La storia ha già mostrato la gravità delle conseguenze degli incidenti alle centrali nucleari. Le radiazioni a cui la popolazione viene esposta causano un maggiore rischio di morte per leucemia e tumore. Le scorie nucleari sono un altro aspetto critico. Non possono essere distrutte e l'unica soluzione sembra essere lo stoccaggio per migliaia di anni in depositi. Il processo di localizzazione di una centrale o di un deposito di scorie è molto difficoltoso. Nessuna comunità locale accetta di sacrificare il proprio territorio per ospitare siti nucleari. La Sardegna, la Puglia, la Basilicata sono i recenti casi italiani di forti proteste antinucleari.

Il trasporto di materiale nucleare è uno degli aspetti più critici della questione "sicurezza". Durante il trasporto, oltre all'opposizione delle popolazioni, sussiste il rischio di incidenti e di attentati terroristici.



# DISASTRI NUCLEARI

Gli incidenti nelle centrali nucleari sono classificati su una scala da 0 (semplice guasto) a 7 (incidente molto grave). Questa scala di misura è detta INES (International Nuclear Event Scale). Spesso gli incidenti minori sono stati coperti dal segreto militare o non comunicati al grande pubblico.

Elenchiamo i principali incidenti di cui si è avuta conferma ufficiale:

## KYSHTYM

(Unione Sovietica, 1957) Scala INES 6

Un bidone di rifiuti radioattivi prese fuoco ed esplose contaminando migliaia di Km<sup>2</sup> di terreno. Furono esposte alle radiazioni circa 270.000 persone.

## SELLAFIELD

(Gran Bretagna, 1957) Scala INES 5

Un incendio nel reattore dove si produceva plutonio per scopi militari generò una nube radioattiva imponente. Sono stati ufficializzati soltanto 300 morti per cause ricondotte all'incidente (malattie, leucemie, tumori) ma il dato potrebbe essere sottostimato.

## THREE MILE ISLAND

(Usa, 1969) Scala INES 5

Il surriscaldamento del reattore provocò la parziale fusione del nucleo rilasciando nell'atmosfera gas radioattivi pari a 15000 TBq. In quella occasione vennero evacuate 3.500 persone.

## CHERNOBYL

(Unione Sovietica, 1986) Scala INES 7

Si levò al cielo una nube pari a 12.000.000 di TBq di materiale radioattivo disperso nell'aria. Circa 30 persone morirono immediatamente, altre 2.500 nel periodo successivo per malattie e cause tumorali. L'intera Europa fu esposta alla nube radioattiva e per milioni di cittadini europei aumentò il rischio di contrarre tumori e leucemia. Non esistono dati ufficiali sui decessi complessivi ricollegabili a Chernobyl dal 1986 ad oggi.

## TOKAIMURA

(Giappone, 1999) Scala INES 4

Un incidente in una fabbrica di combustibile nucleare attivò la reazione a catena incontrollata. Tre persone morirono all'istante mentre altre 400 furono esposte alle radiazioni.

## FUKUSHIMA

(Giappone, 2011) Scala INES 7

A causa di una scossa di magnitudo 8 scoppiò il nocciolo della centrale nucleare e ci furono molti morti, quasi quanti l'incidente di Chernobyl. Il disastro è ancora in corso!

**La lista non può considerarsi esaustiva. Molti incidenti non sono mai balzati in cronaca perchè coperti dal segreto militare. La lista "nera", quindi, si presume molto più lunga di quella che abbiamo presentato. Sulle conseguenze degli incidenti manca ancora oggi un dato ufficiale che consideri non solo le morti causate negli incidenti ma anche l'impatto sulla salute dei cittadini nel lungo periodo.**

■ Patologie malformative, dopo esposizioni radioattive.



■ Stato di un edificio pubblico, abbandonato dopo un disastro nucleare.



■ Bimba affetta da cancro.





# REFERENDUM SUL NUCLEARE

È una scelta che deve fare il popolo, attraverso il voto, nei confronti di una legge. Si risponde solo SI o NO e non si possono fare altre scelte nè proporre una nuova legge. Un referendum è valido se alle urne partecipa il 50% + 1 degli elettori.

## VOCE AGLI ITALIANI

**Dopo i disastri di Chernobyl (1987) e Fukushima (2011) in Italia si è sentita l'esigenza di ricorrere a referendum sul nucleare per dare la parola ai cittadini e capire le loro opinioni.**

### 1987

In questo referendum si chiedeva se si voleva abrogare:

- 1) La possibilità di decidere la localizzazione delle centrali;
- 2) La possibilità di dare compensi ai Comuni che ospitano le centrali;
- 3) La possibilità di consentire all'Enel di partecipare alla costituzione di centrali all'estero.

**Gli Italiani decisero di disattivare le centrali nucleari presenti sul territorio nazionale e quindi anche il reattore di Ispra di proprietà della Comunità Europea.**

### 12-13 giugno 2011

In questo referendum si chiede se si vuole abrogare la possibilità di costruire nuove centrali nucleari sul territorio italiano per la produzione di energia nucleare.

Quelle che il referendum vuole abolire sono le leggi che permettono la costruzione di nuove centrali.

**Chi è contrario alla costruzione di nuove centrali deve votare SI. Chi è favorevole deve votare NO.**

**FAVOREVOLI  
AL NUCLEARE**

**NO**

**CONTRARI  
AL NUCLEARE**

**SI**



# FONTI RINNOVABILI

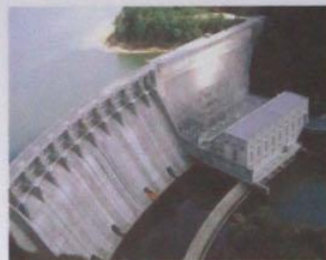
## Energia geotermica

L'energia geotermica è l'energia generata per mezzo di fonti geologiche di calore e può essere considerata una forma di energia rinnovabile, se valutata in tempi brevi. Si basa sullo sfruttamento del calore naturale della Terra dovuto all'energia termica rilasciata in processi di decadimento nucleare naturale di elementi radioattivi quali l'uranio, il torio e il potassio, contenuti naturalmente all'interno della Terra.



## Energia idroelettrica

L'energia idroelettrica è quel tipo di energia che sfrutta la trasformazione dell'energia potenziale gravitazionale, posseduta da masse d'acqua in quota, in energia cinetica nel superamento di un dislivello. Tale energia viene poi trasformata, grazie ad un alternatore accoppiato ad una turbina, in energia elettrica.



## Energia marina

È una fonte di recente sperimentazione in vari progetti europei di ricerca nel campo energetico, come in Portogallo dove sono state costruite le turbine di PELAMIS. Viene trasformata l'energia del moto ondoso del mare in energia elettrica o meccanica, grazie alle turbine installate sui fondali marini.



## Energia solare

Per energia solare si intende l'energia, termica o elettrica, prodotta sfruttando direttamente l'energia irradiata dal Sole verso la Terra.



Mediamente in un anno il Sole irradia sulla superficie terrestre 1367 watt per m<sup>2</sup>. Le celle fotovoltaiche consentono di trasformare direttamente la radiazione solare in energia elettrica, sfruttando il cosiddetto "effetto fotovoltaico" che si basa sulla proprietà di alcuni materiali conduttori opportunamente trattati (tra i quali il silicio, elemento molto diffuso in natura) di generare direttamente energia elettrica quando vengono colpiti dalla radiazione solare, comportandosi come un generatore di corrente.

## Energia eolica

L'energia eolica è il prodotto della conversione dell'energia cinetica del vento in altre forme di energia (elettrica o meccanica). Oggi viene per lo più convertita in energia elettrica tramite una centrale eolica.

