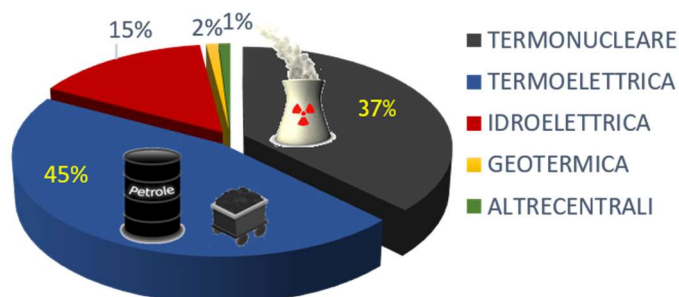




## LE CENTRALI ELETTRICHE

L'energia elettrica viene prodotta da specifici stabilimenti chiamati "**CENTRALI ELETTRICHE**" che **trasformano** l'energia **termica** prodotta dalla combustione delle **varie fonti** in **energia elettrica**; **secondo** la fonte primaria sfruttata, le centrali si chiamano idroelettriche, eoliche, termoelettriche, termonucleari ecc.

La centrale elettrica è un impianto in grado di generare un abbondante flusso di elettricità e di erogarlo attraverso una rete di distribuzione.



La **maggior** parte dell'**energia elettrica** prodotta **nel mondo**, viene generata dalle centrali che utilizzano **combustibili fossili**: dalla combustione del **carbone**, del **petrolio** (che è sicuramente la fonte energetica più diffusa), del **gas naturale** e dal **nucleare**.

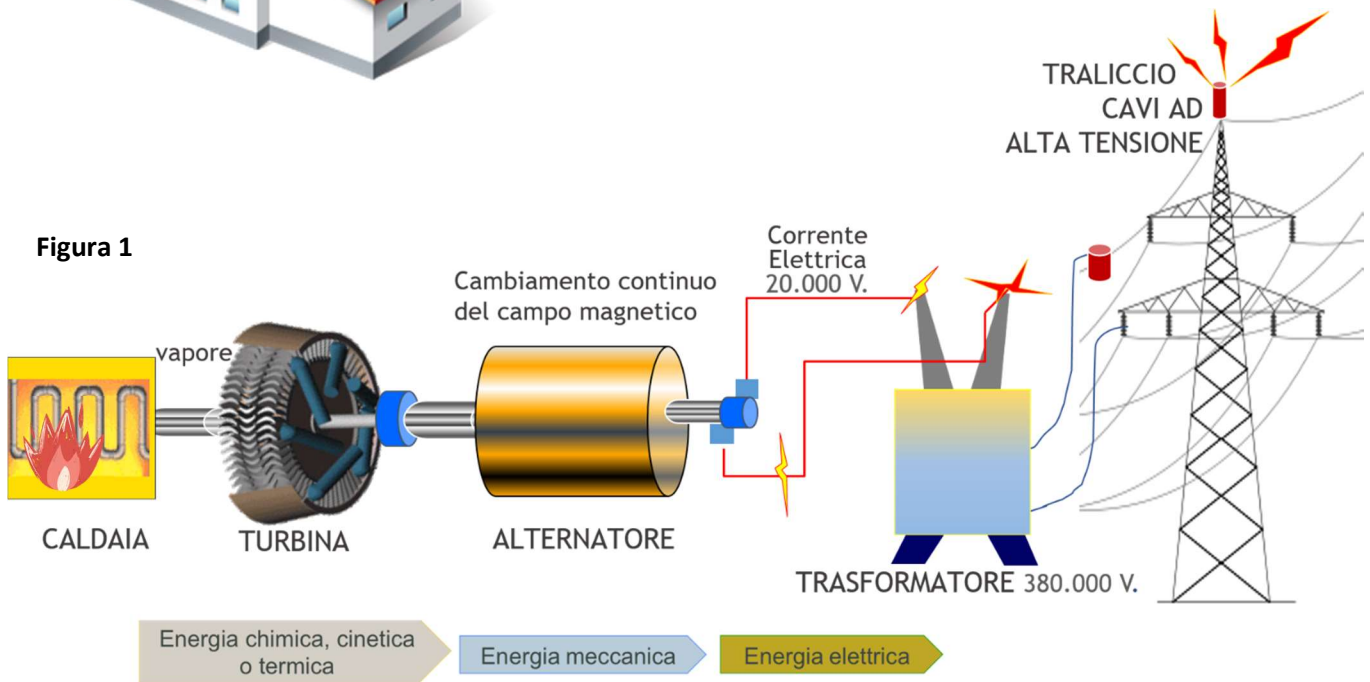
**Nel nostro paese**, Le centrali di energia da fonte rinnovabile **non sono sufficienti** a soddisfare il **fabbisogno energetico** del solo il 7 % proviene da fonti di energia rinnovabili (sole, vento, biomasse), il restante fabbisogno viene coperto con l'acquisto di energia dall'estero.



## PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

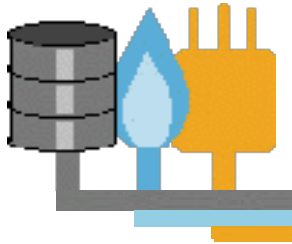


Una **Centrale elettrica** è un impianto per la produzione di energia elettrica tramite il **vapore** generato nella caldaia partendo da **una qualsiasi fonte di energia**. Gli elementi fondamentali di una **centrale elettrica** sono schematizzati nella **figura 1**: **caldaia, turbina, alternatore, trasformatore** ...:



- 1) Il **combustibile** o le **altre fonti energetiche** (**ENERGIA CHIMICA** o **SOLARE, TERMICA, CINETICA**) viene **combusto** o trasformato e il **calore**, viene trasmesso a una **caldaia**, nel quale circola acqua ad alta pressione che viene trasformata in **vapore**. Se invece del combustibile il vapore viene convogliato verso la **turbina**.
- 2) La **turbina**: (**ENERGIA MECCANICA**) è una macchina che converte l'energia termica in energia meccanica, ed è costituita da pale fissate su un centro e disposte a raggiera nelle quali il vapore si espande convertendo il proprio contenuto in energia meccanica, la rotazione della turbina viene a sua volta prodotta in modo diverso secondo il tipo di centrale (idroelettrica, termoelettrica, nucleare). Le turbine sono collegate direttamente ai generatori elettrici, gli **alternatori**.

- 3) **L'alternatore**: (**ENERGIA ELETTRICA**) è un generatore di corrente elettrica che trasforma in energia elettrica l'energia meccanica prodotta dalle turbine in corrente alternata di circa 20.000 Volt, L'energia elettrica prodotta dall'alternatore viene trasmessa al trasformatore.
- 4) **Il trasformatore**: è una macchina elettrica statica che ha lo scopo di elevare la tensione prodotta, cioè trasformare la **bassa tensione** in **alta tensione** (a 380.000 V.)
- 5) **Il trasporto**: la corrente viene inviata su “**ELETTRODOTTI**” ad alta tensione, formati da cavi di alluminio sospesi su tralicci installati a intervalli regolari. Su questi cavi la corrente viaggia alla velocità della luce.



Esistono **vari tipi di centrali**, classificate secondo la fonte d'energia che usano. La potenza di una centrale si misura in **MW** (Megawatt).

### CENTRALE

### FONTE ENERGETICA

1. **Centrale Termoelettrica** (combustibili fossili)
2. **Centrale Solare** (energia solare)
3. **Centrale Eolica** (energia eolica)
4. **Centrale Idroelettrica** (energia idrica)
5. **Centrale Geotermica** (calore terrestre)
6. **Centrale Termonucleare** (energia nucleare)



### CENTRALI/BIOCENTRALI

### ALTRE FONTI

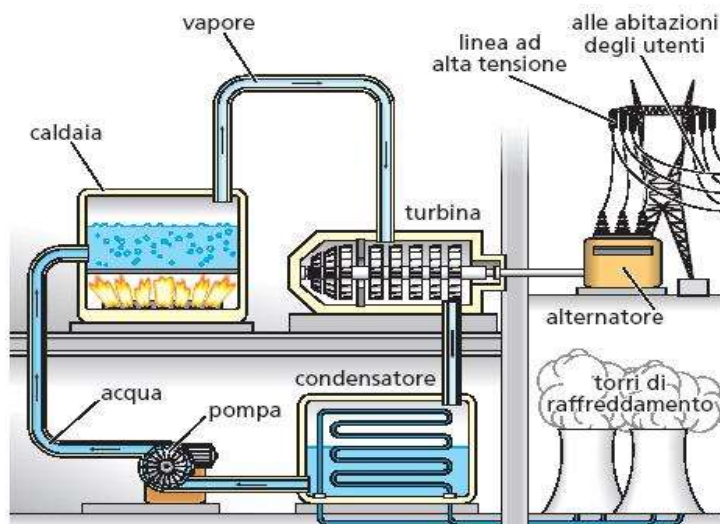
7. **Centrale Mareomotrice** (alte e basse maree)
8. **Centrale a Moto ondoso** (mare)
9. **Centrale a Biomasse e Biogas** (scarti di origine organica)
10. **Termovalorizzatori** (dai rifiuti urbani)
11. **Centrali a Idrogeno** (risorse varie)



## CENTRALE TERMOELETRICA

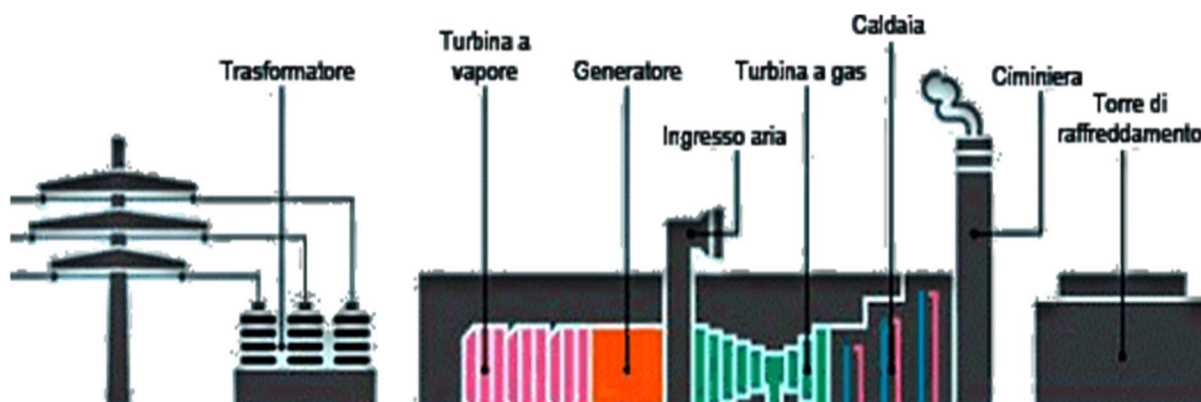
Queste centrali funzionano con i **combustibili fossili** (**petrolio, carbone e gas**),

L'**olio combustibile** (un tipo di nafta prodotta nelle raffinerie) viene portato dalla cisterna fino alla caldaia. Qui i bruciatori producono delle fiamme che scaldano i tubi dove scorre l'acqua, facendola diventare **vapore**. Il vapore passa poi nei tubi surriscaldatori, dove aumenta la sua temperatura. Il vapore surriscaldato entra nella sala macchine, dove fa girare la **turbina** che è collegata con l'**alternatore**. In questo modo gira anche l'alternatore che produce la corrente elettrica. Nelle **centrali elettriche alimentate a carbon fossile**, il combustibile viene polverizzato, mescolato ad aria preriscaldata e iniettato nella camera di combustione di una caldaia a tubi d'acqua, dove brucia come un gas.



Le **Centrali a turbogas**, sono dotate di turbine a gas per mettere in moto il generatore, sono in grado espandersi al calore e di resistere anche ad elevate temperature, utilizzano *metano o gasolio*.

**Centrale a ciclo combinato** (CCGT, dall'inglese Combined Cycle Gas Turbine) è la combinazione di una *centrale turbogas* e di una *centrale termoelettrica*. (Ha **due turbine**, *una a gas e una a vapore*), quest'ultima riutilizza il calore dei gas di scarico della prima per produrre forza vapore e infine altra energia elettrica con elevato rendimento.



- In *Italia* ci sono oltre 3000 *centrali*, di diverso tipo e dimensione; impianti di produzione di energia elettrica pari a 75.865 MW (megawatt).
  - Gli impianti non sono molto pericolosi ma in Europa queste Centrali sono considerate la **principale causa** di **emissione** di **anidride carbonica**, anidride **solforosa**, di **carbonio**, di **azoto**, **ceneri volanti** ecc. nell'aria (effetto serra).
- 

## CENTRALI SOLARI

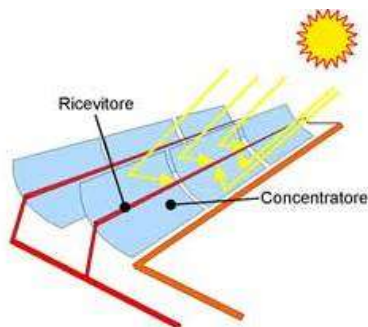
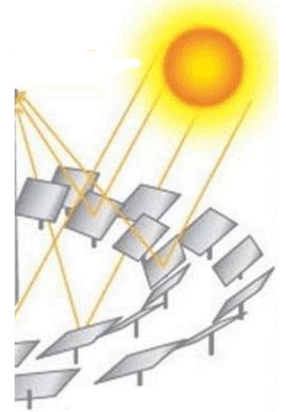
Sfrutta l'energia del Sole per produrre corrente elettrica.

Una **centrale solare** è una **centrale elettrica**, esistono due tipologie diverse: le **centrali elettriche termiche** e gli **impianti fotovoltaici**.

Gli impianti **CSP** (impianti solari a concentrazione) sono, a tutti gli effetti, degli impianti termoelettrici, con la sola differenza che il calore utilizzato nel ciclo termodinamico si ottiene concentrando la **radiazione solare** piuttosto che bruciando i combustibili fossili.

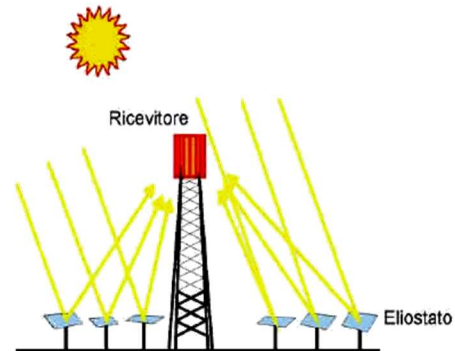
Le **Centrali elettriche** o impianti ad **alta temperatura** possono essere:

- Impianti parabolici lineari;
- Impianti a torre;
- Impianti a disco parabolico.
- Impianti lineari Fresnel;

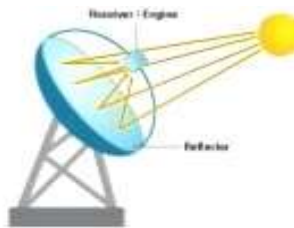


### a) Centrale a Specchi parabolici

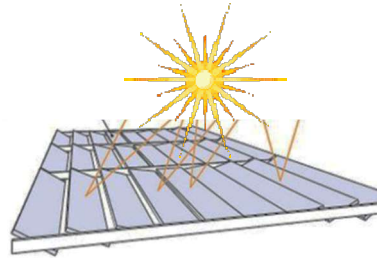
(Termodinamico): in queste centrali i raggi vengono riflessi da numerosissimi **specchi parabolici**, fissi, o talvolta mobili, nel tubo ricevitore, circola un liquido che assorbe il calore che nella caldaia della Centrale viene portato allo stato di vapore, che mette in funzione una **turbina** collegata a un alternatore per la produzione di energia elettrica.



**b) Centrale solare a torre** la radiazione solare viene diretta concentrata da un campo di specchi (eliostati) su un ricevitore o scambiatore di calore, montato sulla sommità di una torre. L'energia solare raccolta dal ricevitore viene trasferita ad una sostanza (es: miscele di sali fusi) che si surriscalda e il vapore, mette in moto la **turbina**.



Dischi parabolici



d) **Impianti lineari piatti Fresnel**

c) **Impianti a disco parabolico** Il sistema consiste in un disco parabolico che riscalda il fluido vettore posto nel punto focale del riflettore.

Tecnologia recente, impianto costituito da **eliostati lineari** semimobili che riflettono la radiazione solare su un **tubo ricevitore**.

---

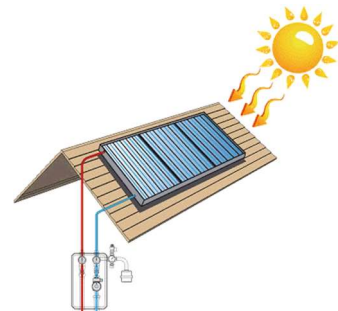
## LA CENTRALE FOTOVOLTAICA



La centrale fotovoltaica è costituita da un insieme di **pannelli** detti celle solari o celle fotovoltaiche. In esse è presente un particolare elemento, il silicio che, opportunamente trattato, ha la capacità di generare direttamente energia elettrica quando viene colpito dalla radiazione solare. I **pannelli fotovoltaici** convertono direttamente l'energia solare in corrente elettrica continua che viene invertita in alternata da un **inverter**, sfruttando l'effetto fotovoltaico, quindi sono differenti dalla maggior parte delle centrali perché **non utilizzano il gruppo turbina-alternatore**.

---

Un **impianto fotovoltaico** è formato da molti **pannelli** o moduli formati a loro volta da celle fotovoltaiche: lastre di vetro blu scure, composte da speciali materiali **semiconduttori** come il **silicio**, in esse si sfrutta l'effetto **fotoelettrico** (esposte al **sole**, emettono **cariche elettriche**). Queste celle sono in grado di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica tramite un **inverter** che trasforma la corrente continua in bassa tensione in corrente alternata a 220 Volt. I collettori solari solitamente si collocano sulla falda del tetto rivolta a Sud. L'energia elettrica che non viene consumata interamente all'interno dell'abitazione viene immessa nella rete elettrica e venduta, mediante il meccanismo dello Scambio sul Posto. Attualmente, un'installazione fotovoltaica è conveniente per utenze private o



piccole comunità, villaggi turistici, camping, rifugi alpini, barche, aziende, illuminazione stradale ...

---

## **CENTRALE EOLICA**

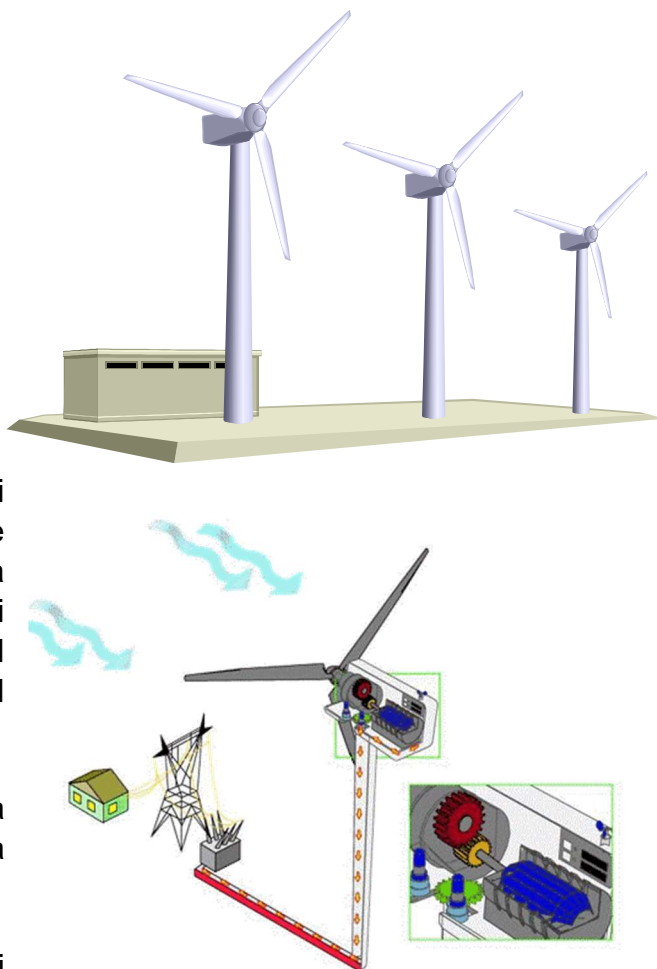
La Centrale Eolica (o **Wind Farm**), che è l'evoluzione degli antichi mulini a vento, è formata da un certo numero di **generatori eolici** o **rotori a pale** (generalmente 3 o), disposti in una **zona ventosa**. Il vento investe il rotore, cedendo parte della sua energia cinetica. Il rotore, attraverso opportuni ingranaggi, fa girare il **generatore elettrico** e l'energia meccanica di rotazione viene **trasformata** dal **generatore** in energia elettrica. Per produrre energia elettrica si possono impiegare solo i **venti orizzontali** e solo se superano i **12/13 Km/h**, o di una velocità minima del vento di 3-4 m/s. (3 metri al secondo). A elevate velocità (20/25 metri al secondo) l'aerogeneratore viene bloccato dal sistema frenante per ragioni di sicurezza.

Il principio di funzionamento è abbastanza semplice, il modulo base di una centrale eolica è il **generatore eolico**.

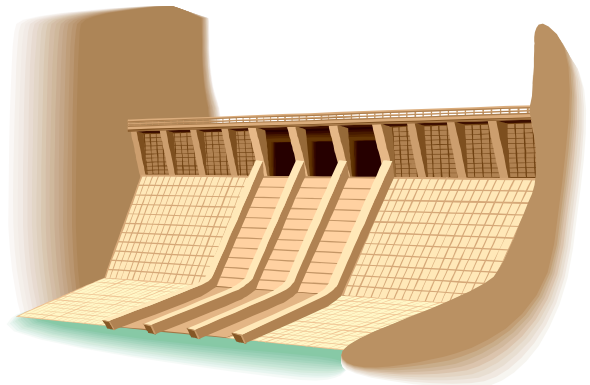
L'elica e il generatore sono normalmente posti ad **altezze elevate** in modo da essere attraversati dai venti, che mettendo in rotazione l'elica azionano il generatore che produce così energia. L'energia così prodotta viene convogliata su un trasformatore che ne innalza la tensione prima che venga immessa nella linea di trasmissione.

Le potenze di tali generatori variano dalle centinaia di W alle migliaia di kW. L'energia eolica ha un potenziale stimato per il 2050 di 7 miliardi di kWh/anno, che non viene sfruttato.

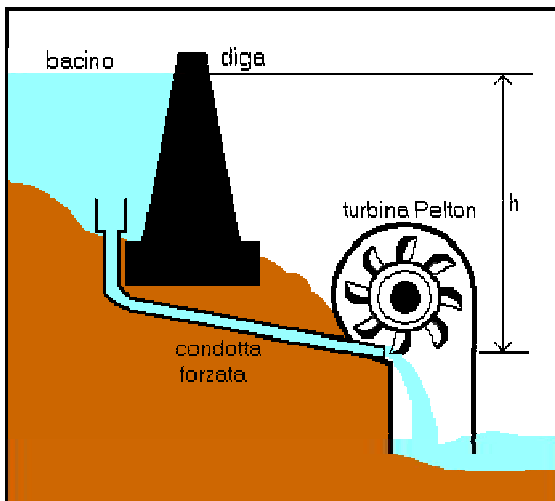
---



**CENTRALE IDROELETTRICA** Le centrali idroelettriche usano l'acqua come materia prima, si sfrutta l'energia che una massa d'acqua è in grado di fornire quando viene fatta defluire da una certa quota a una quota inferiore, quando cioè a essa viene fatto compiere un "salto".



Per realizzare una centrale idroelettrica viene

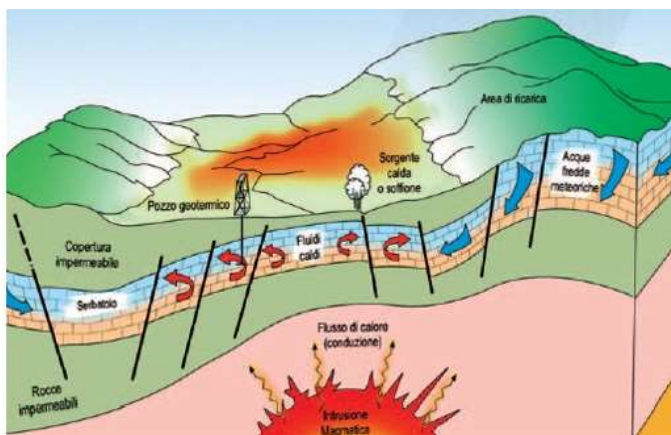


costruita una **diga** per sbarrare la valle in cui scorre il fiume. Le acque non potendo più proseguire il loro corso formano dei grossi **bacini artificiali**.

Un canale a lieve pendenza conduce l'acqua spillata alla base della diga, in un punto più avanzato della valle che viene chiamato vasca di raccolta.

Dalla vasca di raccolta, l'acqua raggiunge la **centrale** uscendo dalle **condotte forzate**: (tubazioni, di norma in lamiera d'acciaio, plastica o calcestruzzo, studiate per resistere alla pressione dell'acqua con grande impeto) e mette in azione una o più **turbine idrauliche** che **ruotano** grazie alla spinta. Ogni turbina è accoppiata a un **alternatore** che trasforma il movimento di rotazione in **energia elettrica**.

Il **tipo di turbina** dipende dal **salto** e dalla **portata d'acqua**: per alti salti si usano turbine **Pelton**, per medi salti si usano turbine **Francis**, per dislivelli relativamente bassi e con grandi portate si usano turbine **Kaplan**.



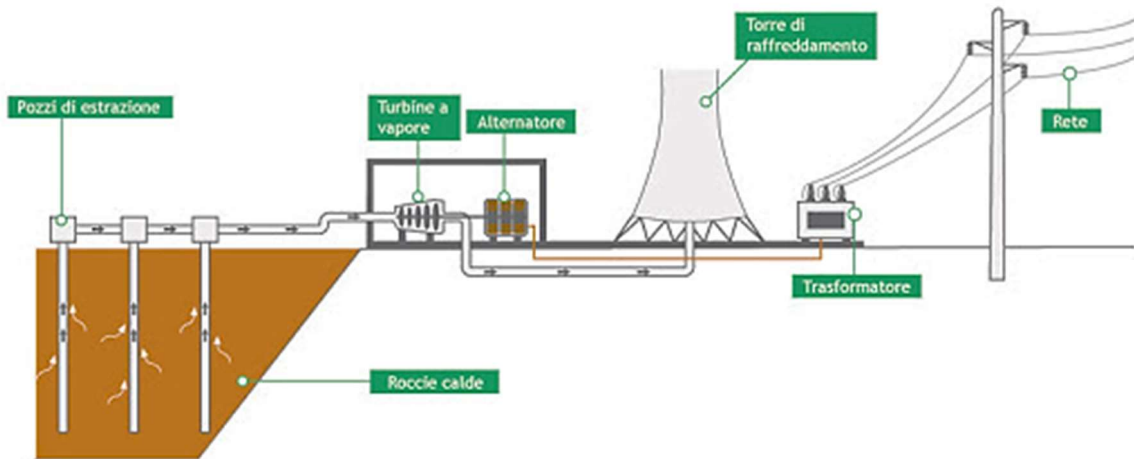
## LE CENTRALI GEOTERMICHE

La **geotermia** è la disciplina della geologia che studia l'insieme dei fenomeni naturali coinvolti nella produzione e nel trasferimento di calore proveniente dall'interno della Terra.



La **centrale geotermica** utilizza il **calore** e i **vapori** contenuti nel sottosuolo (**energia geotermica**). Il calore naturale della terra fa evaporare l'**acqua piovana** delle falde sotterranee.

E' quindi necessario individuare le zone della crosta terrestre dove il calore si è concentrato in spazi ristretti ed a profondità **economicamente accessibili**: i cosiddetti **serbatoi geotermici**. Il terreno viene quindi trivellato e il vapore viene incanalato in apposite tubature in acciaio: i **vapordotti**. Da qui il vapore viene inviato alla turbina che trasforma l'energia in energia meccanica. Il rotore dell'alternatore collegato alla turbina converte, a sua volta, l'energia meccanica in energia elettrica che viene trasmessa al trasformatore. Questo aumenta il valore della tensione per poi immetterla nella rete di distribuzione.



Una **torre di raffreddamento** consente di raffreddare l'acqua prodotta dalla condensazione del vapore, l'**acqua condensata** viene **re iniettata** nelle **rocce profonde** e a sua volta trasformata in **vapore** che convogliato nella turbina innesca il procedimento sopra descritto, mentre i gas, contenuti nel vapore, vengono dispersi nell'atmosfera.



L'Italia. Oggi in tutto il mondo circa 130 impianti, tra i paesi che utilizzano maggiormente questo tipo di energia vi sono il Giappone, gli U.S.A. e soprattutto l'Islanda., l'Italia è stato il primo paese a sfruttare l'energia geotermica per produrre elettricità, nelle 3 zone di **Larderello in Toscana**, Travale e Monte Amiata sono installati più di 550 MW di potenza.

Un altro modo per sfruttare la geotermia è attraverso i **geyser**, sorgenti che emettono periodicamente getti di acqua calda misti a vapore.

---

## LE CENTRALI NUCLEARI

Le centrali nucleari funzionano come le centrali termoelettriche, solo che il calore per produrre il vapore deriva da una reazione nucleare di **fissione** utilizzando **l'uranio 235**. L'energia termica sprigionata dalla fissione nucleare per genera la **forza vapore** necessaria ad alimentare il moto delle turbine a vapore.

La produzione di vapore avviene direttamente nel **reattore nucleare**.

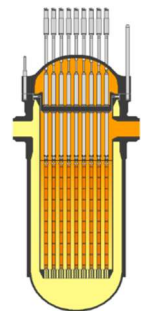
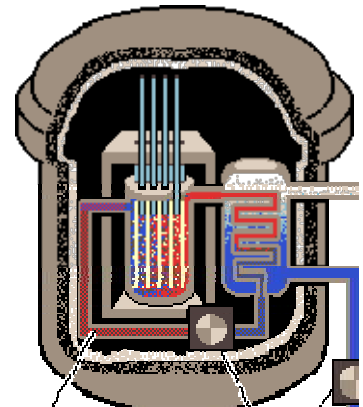
L'acqua circola nel nocciolo dal basso verso l'alto, viene a contatto con gli elementi di combustione (URANIO 235) e vaporizza parzialmente.

Il vapore secco, esce dal recipiente in pressione ed inviato in **turbina**.

Un reattore da 1.000 MW il nocciolo del reattore è costituito da circa 600 elementi di combustibile, ciascuno dei quali è formato da i barrette contenenti ossido di uranio arricchito al 2, 5% sotto forma di *pastiglie sintetizzate*.

La produzione di energia nucleare è cresciuta al ritmo del 20% l'anno, ma *l'incidente di Chernobyl* dell'aprile 1986 e quello di Fukushima del 2011, hanno interrotto la forte tendenza all'aumento e si verificò un ripensamento.

In *Italia* le centrali nucleari sono state chiuse nel 1987; nonostante ciò la produzione mondiale di energia elettronucleare è andata ancora aumentando.

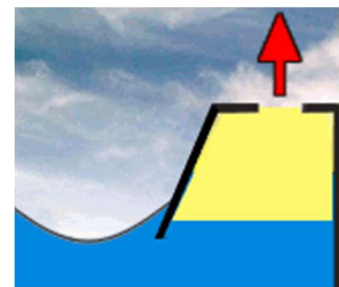


---

## BIOCENTRALI

Vengono classificate tra le Centrali alimentate dalle cosiddette "**energia alternative**" e "**rinnovabili**".

**1) Centrale Mareomotrice** – Sfrutta l'energia sviluppata dall'innalzamento dell'acqua dovuta alle **maree** che viene fatta fluire (alta marea) e rifluire (bassa marea) in un bacino interno sulla costa mettendo così in funzione una turbina Kaplan - alternatore. Questa forma di energia è poco utilizzabile perché occorre che il dislivello tra l'alta e le bassa marea sia di almeno 8 m, unica esistente al mondo, a Saint Malò, situata nel nord della Francia, alla foce del fiume **Rance**, ha una potenza di 500 MW, ma funziona solo per quattro ore al giorno.



**2) Centrale a Moto ondoso** - Lo sfruttamento dell'energia del moto ondoso è di recente sperimentazione in vari progetti. Uno dei principali esempi realizzati, è LIMPET (Land Installed Marine Powered Energy Transformer), costruito sulla costa dell'isola Irladese di Islay. Le onde comprimono l'aria all'interno di una barriera cava di cemento lunga 20 m, ancorata su delle rocce costiere (Principio della colonna d'acqua) e l'aria compressa aziona una turbina. Anche **le correnti sottomarine** sono oggetto di studio poiché producono energia cinetica dalle enormi masse d'acqua in movimento.

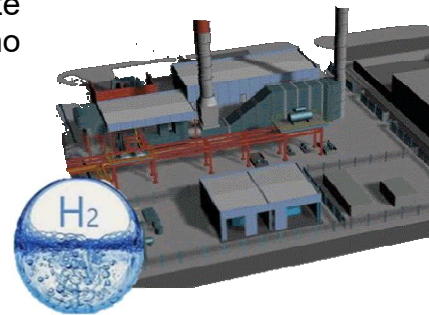


**3) Centrale a Idrogeno** - Le centrali a idrogeno sono strutture praticamente identiche a quelle alimentate a metano, le prime, furono realizzate negli anni '80. Le tecniche di produzione dell'idrogeno sono essenzialmente tre:

**A. sottoprodotto** dell'industria chimica;

**B. estrazione da combustibili fossili** (con il processo di steamreforming nella colonna di frazionamento delle raffinerie, che comporta elevate cessioni di CO<sub>2</sub>);

**C. estrazione dall'acqua** tramite l'utilizzo delle celle a combustione con il processo di **elettrolisi** che richiede una notevole quantità di energia elettrica.



## IL TERMOVALORIZZATORE



La teoria più corretta per la gestione dei rifiuti si basa, prima di tutto sul riuso e poi il **riciclo**, mentre l'**incenerimento** (anche se con recupero energetico) costituisce semplice smaltimento, è comunque da preferirsi alla discarica di rifiuti indifferenziati. I **Combustibili da rifiuto (CDR)**, provenienti

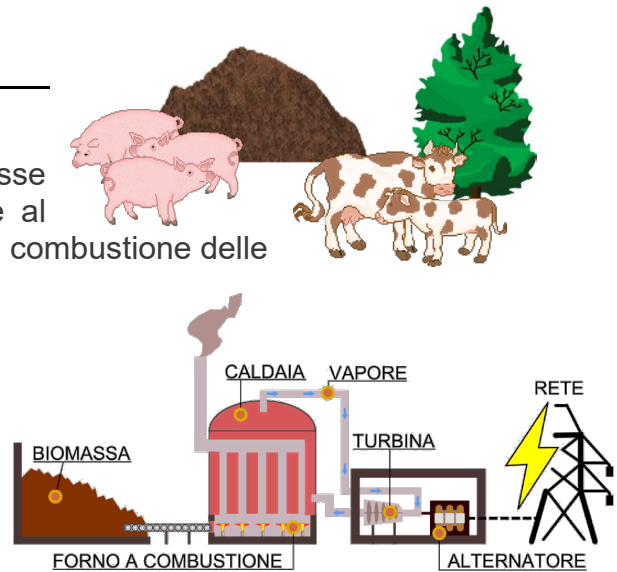


da **raccolta differenziata**, sono trasportati all'impianto per la loro termodistruzione e trasformazione in energia elettrica. Sono gli stessi rifiuti incandescenti ad alimentare la fiamma, qui comincia la **trasformazione dei rifiuti** in **energia elettrica**, tutto è controllato

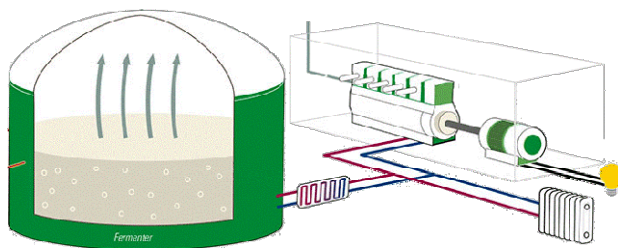
da computer. I fumi generati sono poi trattati e depurati in un'apposita sezione dell'impianto.

## CENTRALE A BIOMASSE E BIOGAS

**Centrale a Biomasse** - Una centrale a biomasse (nei digestori), si produce l'**elettricità** grazie al vapore (**gassificazione**) prodotto attraverso la combustione delle **biomasse** (scarti di origine organica) in una camera di combustione, producendo il calore necessario a trasformare, nella **caldaia** l'acqua in vapore che viene inviato sotto pressione alla turbina che genera così energia elettrica. Un sistema di filtraggio purifica il gas di scarico prima dell'immissione in atmosfera.



**Produzione del Biogas** - Avviene all'interno di **fermentatori chiusi**, dove i batteri decompongono il materiale organico (come avviene per le biomasse), producendo anidride carbonica, idrogeno e **metano** dalla **fermentazione** di rifiuti urbani, scarti dell'industria alimentare, letame di animali allevati in allevamenti intensivi ....



Il **biogas**, viene poi convertito in **energia elettrica** grazie ad un **cogeneratore**, che con l'utilizzo di motori e di **turbine a vapore**, trasforma **energia meccanica** in **elettricità e calore**.

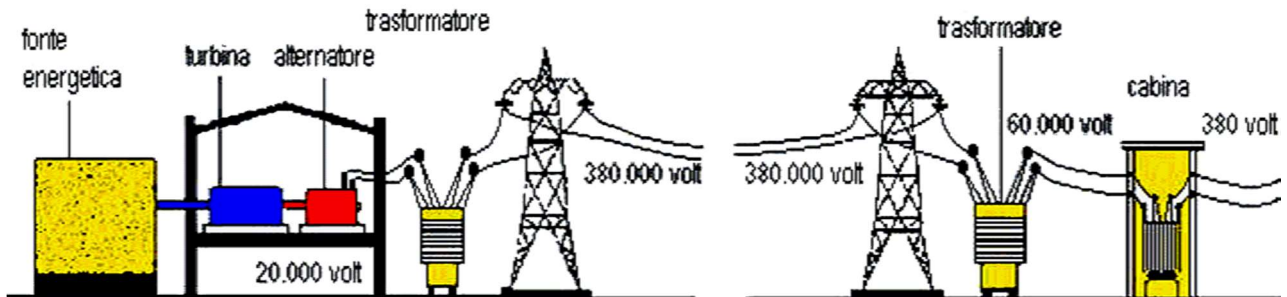
## IL SISTEMA ELETTRICO (RIASSUMENDO)

Gli alternatori producono energia elettrica a tensioni comprese tra 6.000 Volt e 25.000 Volt. Siccome è più conveniente trasportare l'energia elettrica ad alta tensione (ci vuole un cavo più sottile) appositi trasformatori elevano la tensione a valori anche di 400.000 Volt.

L'energia, trasportata dagli **elettrodotti**, su questi cavi la corrente **viaggia alla velocità della luce** e può raggiungere in un secondo la Sicilia partendo dalla Alpi; arriva nelle vicinanze delle città, dove ci sono impianti detti stazioni di trasformazione. L'energia,

trasportata dagli elettrodotti, arriva nelle vicinanze delle città, dove ci sono impianti detti stazioni di trasformazione: qui appositi trasformatori abbassano la tensione a circa 11.000 Volt e l'energia viene trasportata fino alle cabine di trasformazione (o di distribuzione) che si trovano in prossimità di industrie, paesi etc.

Nelle **cabine di trasformazione** la tensione viene ulteriormente abbassata fino a **220 Volt** se deve servire le abitazioni o a **380 Volt** se deve servire fabbriche e industrie. Le centrali elettriche contribuiscono in modo non indifferente all'aumento di gas serra



nell'atmosfera