

Mario Di Pillo
Angelo Antonio Papa

L'energia: per conoscerla insieme

Mario Di Pillo
Angelo Antonio Papa

L'Energia: per conoscerla insieme



Indice

PREFAZIONE	7
INTRODUZIONE	8

A - L'ENERGIA

A 1. Cos'è e le sue diverse forme	13
A 2. Dove si trova	16
A 3. Come si manifesta	17
A 4. A cosa serve	18

B - LA TRASFORMAZIONE DELL'ENERGIA

B 1. Come si trasforma in energia elettrica	21
B 2. Come si accumula l'energia elettrica	48

C - L'UTILIZZO DELL'ENERGIA

C 1. Quanta ne occorre	51
C 2. Quale inquinamento produce	52
C 3. Come si può risparmiare	54
C 4. Per quanto tempo sarà disponibile	55

D - PARCO TECNOLOGICO E GLOSSARIO

D 1. Sviluppo sinergico delle fonti energetiche	59
D 2. Definizioni di unità energetiche	60



Prefazione

L'Energia è destinata a svolgere un ruolo sempre più significativo nel mondo, non solo perché è fondamentale per la vita della Gente, ma soprattutto perché oggi rappresenta un fattore determinante per la ripresa economica, produttiva e per il rilancio dell'occupazione.

L'Energia che utilizziamo è prodotta in gran parte da idrocarburi ed è spesso causa di inquinamento. Non possiamo però farne a meno e dobbiamo imparare a produrla e utilizzarla nel rispetto dell'Ambiente. Perché l'Energia è un bene prezioso, un bene sociale che non va sprecato e che deve essere disponibile per tutti.

Come Sindacato, in qualità di operatori sociali nel Settore Elettro/Energetico, siamo impegnati affinché l'Energia acquisisca una dimensione etica. Ciò presuppone la creazione, a partire dalle scuole, di una vera e propria cultura dell'energia: come si produce, come si utilizza, cosa può fare ognuno di noi per cambiare i propri comportamenti in maniera responsabile, solidale e nel rispetto dell'ambiente.

Il senso di questa agile pubblicazione, che gli amici Mario Di Pillo e Angelo Papa hanno accettato con entusiasmo di realizzare, è tutto qui: farsi carico delle sfide che la sostenibilità ambientale e sociale lancia, partendo dalla conoscenza dei processi e dei problemi.

Solo così sarà possibile sviluppare quella cultura energetico/ambientale necessaria a creare consenso sociale e partecipazione consapevole, per un nuovo modello di sviluppo e di società.

Carlo De Masi,
Segretario Generale FLAIEI Cisl

Introduzione

Nella vita di tutti i giorni si sente sempre più spesso parlare di energia in vari modi, alcuni dei quali, tra i più comuni, si possono riassumere nelle seguenti frasi:

- Risparmio energetico
- Uso razionale dell'energia
- Efficienza energetica

Una parte di tali aspetti riguarda le abitudini individuali di utilizzo della fonte energetica, un'altra parte riguarda le modalità di produzione dell'energia e le modalità di trasmissione della stessa per essere portata nei luoghi di utilizzo.

Sono espressioni che non sempre fanno capire in modo concreto di cosa si stia parlando, ma che spesso esprimono in maniera generica l'impatto che l'energia ha con tutti noi in ogni momento della nostra vita.

Analizziamo ogni singola espressione per poter meglio capire le implicazioni che essa pone.

Risparmio energetico

Tale espressione pone in primo piano l'utilizzo dell'energia ma in modo dispersivo, senza fare attenzione alla sua quantità in gioco. Infatti è possibile effettuare una attività, ottenendo lo stesso risultato, consumando più o meno energia. Ai fini di un rispetto del prossimo, inteso sia come disponibilità di energia per il maggior numero di persone, sia come inquinamento associato al consumo energetico, è necessario che venga utilizzata la minore quantità di energia possibile per ottenere lo stesso obiettivo o per compiere la stessa attività. Si ricorda che l'energia si

consuma sia utilizzandola direttamente, sia trasportandola nei luoghi di utilizzo e sia diffondendola inutilmente nell'ambiente. Ad esempio è opportuno non illuminare spazi inutilizzati dove non è necessario, non riscaldare ambienti inutilmente perché non frequentati, utilizzare gli elettrodomestici in modo tale da ottenere le loro massime prestazioni (lavabiancheria e lavastoviglie piene e frigoriferi ben chiusi).

Uso razionale dell'energia

Tale espressione pone in primo piano l'utilizzo dell'energia secondo un predeterminato programma in modo tale da evitarne inutili sprechi. Infatti l'energia può essere utilizzata in momenti diversi del giorno ottenendo un risparmio legato alle condizioni ambientali esterne, così come può essere utilizzata per obiettivi ripetitivi ottimizzandone la quantità.

Efficienza energetica

Tale espressione è legata comunemente alla fase di trasformazione dell'energia, ma può essere estesa anche ad un utilizzo energetico che permetta di ottenere maggiori risultati con minore quantità di energia. Ad esempio l'energia solare può essere utilizzata con maggiore efficienza se la sua captazione è rivolta sempre verso il sole; l'energia eolica può essere utilizzata con maggiore efficienza se le macchine di trasformazione sono rivolte verso la maggiore corrente del vento o sfruttano il vento proveniente da qualsiasi direzione; l'energia termica può essere utilizzata con maggiore efficienza se la macchina di trasformazione non disperde calore nell'ambiente.

Un esempio molto vicino alla vita quotidiana è costituito dall'utilizzo dei doppi vetri alle finestre, che impediscono al calore dei riscaldamenti domestici di disperdersi all'esterno dell'abitazione senza riscaldare la casa. Tutte queste espressioni interessano sia il comportamento quotidiano delle persone sia le tecnologie che vengono utilizzate per trasformare le fonti energetiche esistenti sulla terra (fonti cosiddette primarie) in forme energetiche utilizzabili direttamente dall'uomo.

Cerchiamo di capire meglio come si debba trattare l'energia per poterla risparmiare, utilizzarla meglio e trasformarla in modo più efficiente andando a definire meglio cosa si intende per "energia", e ad analizzare i singoli concetti e le modalità di utilizzo e di trasformazione delle fonti primarie.





A - L'Energia

A 1. Cos'è e le sue diverse forme:

A 1. 1. Energia meccanica

A 1. 2. Energia termica

A 1. 3. Energia elettrica

A 2. Dove si trova

A 3. Come si manifesta

A 4. A cosa serve



A 1. - COS'È E LE SUE DIVERSE FORME

Per avere un'idea di cosa sia l'energia basta guardare intorno ed osservare ciò che accade nella vita di tutti i giorni. Vediamo passare un'automobile più o meno veloce e possiamo pensare che per fermare quell'auto occorre avere a disposizione un'energia almeno pari a quella che l'auto ha accumulato per arrivare a quella velocità. Se osserviamo un ascensore che sale possiamo dire che mentre sale assorbe energia. Se osserviamo una cascata di acqua possiamo dire che quando una goccia d'acqua è arrivata a terra ha perso l'energia che aveva quando si trovava alla sommità della cascata. Se osserviamo il fuoco nel caminetto possiamo dire che il legno sta perdendo la sua energia e la sta cedendo alla fiamma che a sua volta la cede all'aria che ha intorno.

Si può pensare l'energia come una capacità che ha un solido, un liquido o un gas a manifestarsi

Se osserviamo una pentola piena di acqua sul fuoco vediamo che il fuoco cede energia all'acqua che si scalda e poi si trasforma in vapore che va verso l'alto finché non ha ceduto la sua energia all'aria circostante.

Da questi esempi emerge che l'energia è caratterizzata da tre proprietà: può essere acquisita, può essere ceduta, può essere trasformata.

Si può pensare l'energia come una capacità che ha un solido, un liquido o un gas a manifestarsi e questi elementi possono acquisire o cedere questa energia verso altri solidi, liquidi o gas che a loro volta la utilizzano per compiere altre trasformazioni come ad esempio spingere un'auto ad una certa velocità, spingere un ascensore in alto, scaldare acqua, produrre vapore, scaldare l'aria, cadere dall'alto, e così via.

Una volta acquisita l'esistenza dell'energia e il suo modo di manifestarsi, per rappresentarla si utilizzano modelli matematici che portano alla definizione di formule che mettono in grado i tecnici di effet-

tuare calcoli e previsioni delle quantità necessarie per i suoi diversi utilizzi.

L'energia si manifesta sotto forme diverse in dipendenza del fenomeno che si sta osservando, pertanto si rende necessario rappresentare matematicamente il fenomeno fisico della manifestazione e della trasformazione dell'energia utilizzando grandezze fisiche diverse, ma che rappresentano nella sostanza la stessa entità.

Le principali manifestazioni energetiche nell'uso quotidiano sono le seguenti:

- a) energia meccanica;
- b) energia termica;
- c) energia elettrica.

Occorre, però, evidenziare che le fonti primarie di energia che si trovano in natura e che vengono poi trasformate nelle energie sopra descritte sono principalmente le seguenti:

- 1. energia chimica;
- 2. energia solare;
- 3. energia idraulica;
- 4. energia eolica;
- 5. energia nucleare.

Ognuna di queste fonti energetiche può essere trasformata nei tre tipi di energia di uso quotidiano che vengono rappresentate con le seguenti grandezze fisiche.

A I. I. - ENERGIA MECCANICA

L'energia meccanica si manifesta in due forme:

- energia potenziale;
- energia cinetica.

L'energia potenziale viene rappresentata dalla formula:

$$E_p = mgh$$

Essa è l'energia che possiede un corpo di massa **m** che si trova ad una altezza **h**.

L'energia cinetica viene rappresentata dalla formula:

$$E_c = 1/2 m v^2$$

Essa è l'energia che possiede un corpo di massa **m** che viaggia ad una velocità **v**

L'energia potenziale si può trasformare in energia cinetica e viceversa. Tale trasformazione si manifesta in modo semplice: un corpo che cade dall'alto, perdendo quota e quindi diminuendo l'altezza **h** diminuisce la E_p , e di conseguenza acquista velocità e quindi aumentando **v** aumenta la E_c .

A I. 2. - ENERGIA TERMICA

L'energia termica si manifesta sotto forma di calore. Un corpo che si scalda acquista energia termica e, viceversa, un corpo che si raffredda perde energia termica.

L'energia termica si misura in Calorie (**cal**).

L'utilizzo o la trasformazione dell'energia termica in altre forme di energia, ad esempio per uso domestico, avviene normalmente attraverso l'acqua o il vapore d'acqua.

A I. 3. - ENERGIA ELETTRICA

L'energia elettrica si manifesta in natura sotto forma di scariche elettrostatiche (fulmini) al momento non sfruttabili dall'uomo per i propri usi, anzi può essere pericolosa.

Per i suoi usi l'uomo ottiene l'energia elettrica trasformando le fonti di energia primaria in modo controllabile per il proprio utilizzo. Essa si manifesta in svariatissime forme. Le più comuni si possono raggruppare nelle seguenti:

- a) illuminazione;
- b) trasporti;
- c) comunicazioni;
- d) climatizzazione ambienti;
- e) uso domestico;
- f) uso sanitario.

L'energia elettrica si misura in chilowattora (**kWh**) e le grandezze fisiche che ne permettono il calcolo del fabbisogno sono:

1. l'intensità di corrente elettrica misurata in Ampere (**I**);
2. la tensione elettrica misurata in Volt (**V**);
3. la potenza elettrica misurata in Watt (**W**).

Queste ultime tre grandezze sono legate fra loro dalla relazione $W = V \times I$ nel caso di corrente e tensione continua; nel caso di corrente e tensione alternata la relazione precedente si modifica nella seguente formula $W = V \times I \times \cos \Phi$ ove $\cos \Phi$ è un coefficiente che tiene conto della differente tipologia di tensione e corrente.

A 2. - DOVE SI TROVA

L'energia non ha un luogo particolare dove trascorrere il tempo. L'energia è presente in tutto il pianeta.

Lo stesso pianeta è energia.

La natura è energia.

Il movimento della terra nel sistema solare è energia.

Tuttavia per i bisogni del genere umano l'energia si è trovata, prevalentemente, nei seguenti luoghi o elementi:

- a) all'inizio del genere umano l'energia si trovava solamente all'interno dell'uomo;
- b) nell'era del fuoco l'energia si trovava nel legno delle piante;
- c) nell'era medioevale l'energia si è trovata anche nel vento e nell'acqua dei fiumi;
- d) nell'era industriale l'energia si è trovata anche nel carbone;
- e) nella seconda era industriale l'energia si è trovata anche nel petrolio;
- f) nell'era moderna l'energia si è trovata nell'atomo, nel sole e di nuovo nel vento e nell'acqua.

Quindi si può dire che oggi l'energia si trova all'interno dei solidi, dei liquidi e dei gas e sono disponibili vari metodi per poterla utilizzare

A 3. - COME SI MANIFESTA

Le manifestazioni dell'energia possono essere di tre tipi:

- a) le manifestazioni non controllabili dall'uomo e non provocate da lui;
- b) le manifestazioni non prevedibili dall'uomo e provocate da lui;
- c) le manifestazioni controllabili dall'uomo e da lui stesso provocate.

Analizziamo il punto a)

Le manifestazioni di energia non controllabili dall'uomo sono i terremoti, i maremoti, le trombe d'aria, i temporali, i fulmini, le eruzioni vulcaniche e tutti quei fenomeni naturali che avvengono durante gli anni e che possono modificare gli aspetti del territorio.

Analizziamo il punto b)

Le manifestazioni di energia non prevedibili dall'uomo, ma che possono es-

sere provocate da lui, sono il surriscaldamento della terra a seguito dell'inquinamento atmosferico da anidride carbonica, emessa dalla combustione sia di materiali solidi che di materiali liquidi e gassosi per avere la disponibilità di energia per i suoi fabbisogni.

Analizziamo il punto c)

Le manifestazioni di energia controllabili dall'uomo sono tutte le attività industriali che vengono effettuate nel corso degli anni, tra le quali possiamo citare la produzione di energia elettrica, i macchinari per le attività di costruzione, il trasporto mediante auto e camion, le comunicazioni.

A 4. - A COSA SERVE

L'energia serve a migliorare la qualità della vita.

È accertato che la maggiore disponibilità di energia ha portato anche ad un allungamento della vita media dell'uomo.

L'energia serve per:

1. realizzare le costruzioni civili ed industriali;
2. costruire gli ospedali e le attrezzature necessarie per le cure mediche;
3. costruire gli aerei e le navi per il trasporto tra continenti;
4. costruire le auto ed i camion per il trasporto terrestre;
5. alimentare i mezzi di trasporto;
6. alimentare i mezzi di comunicazione sia video che audio;
7. riscaldare le case in inverno e raffreddarle in estate per vivere meglio;
8. far crescere le piante;
9. procurare il cibo per l'umanità;
10. effettuare la ricerca scientifica per scoprire nuove forme di energia più rispettose dell'ambiente;
11. effettuare la ricerca medica per migliorare le cure dei malati.

A - L'energia

Le modalità di utilizzo dell'energia da parte dell'uomo sono principalmente le seguenti:

- a) energia per la produzione di cibo;
- b) energia per il trasporto;
- c) energia per il riscaldamento;
- d) energia per la refrigerazione;
- e) energia per l'illuminazione;
- f) energia per la comunicazione;
- g) energia per la produzione di vestiario.



B - La trasformazione dell'energia

B 1. Come si trasforma in energia elettrica

- B 1. 1. Centrali termoelettriche e a fonti energetiche rinnovabili
 - B 1. 1. 1. Centrali Solari
 - B 1. 1. 2. Centrali Eoliche
 - B 1. 1. 3. Centrali Idroelettriche
 - B 1. 1. 4. Centrali Geotermoelettriche
 - B 1. 1. 5. Centrali a Biomassa
- B 1. 2. Centrali Nucleari
 - B 1. 2. 1. Principali componenti di una centrale nucleare
 - B 1. 2. 2. Realizzazione ed esercizio di un impianto nucleare
 - B 1. 2. 3. La localizzazione delle centrali nucleari
 - B 1. 2. 4. La sicurezza delle centrali nucleari
 - B 1. 2. 5. I rifiuti radioattivi di una centrale nucleare

B 2. Come si accumula l'energia elettrica

- B 2. 1. Accumulo sotto forma di energia chimica
- B 2. 2. Accumulo sotto forma di energia idraulica



B I. - COME SI TRASFORMA IN ENERGIA ELETTRICA

È importante sapere che:

l'energia non si crea e non si distrugge, l'energia si trasforma da una manifestazione ad un'altra comunque rilevabile; per averne un utilizzo migliore, l'uomo ha bisogno di trasformare l'energia presente in natura in vari modi, dipendentemente dall'uso che ne deve fare.

L'energia deve essere trasformata per poter essere utilizzata giornalmente, in modo comodo, efficiente e senza sprechi da tutte le persone nel corso della propria vita, pensando a conservare l'ambiente per il futuro. Infatti è facile prevedere che in futuro ci sarà un utilizzo sempre maggiore di energia sia a causa dell'aumento della popolazione globale sia per garantire ai paesi in via di sviluppo una migliore qualità della vita.

L'energia inizialmente si presenta sulla terra generata da eventi naturali quali il vento, il sole, l'acqua, il fuoco e le forze gravitazionali.

Ognuna di queste forme energetiche può trasformarsi nell'altra attraverso processi naturali o provocati dall'uomo, oppure può creare sostanze che a loro volta possono essere utilizzate per fornire direttamente energia all'uomo.

Iniziamo ad analizzare alcune combinazioni dell'energia fondamentali per capire come si possono finalizzare i processi naturali per trasformare le fonti primarie di energia in energia utilizzabile.

L'azione del sole sui terreni e sull'acqua provoca il vento. Infatti il mare e le terre che si affacciano sul mare, sotto l'azione del sole si riscaldano in tempi diversi, dovuti alle loro caratteristiche intrinseche. In estate, la mattina il terreno è più freddo del mare e quindi si crea un vento che va dalla terra verso il mare; viceversa durante il giorno i terreni sono più caldi del mare e quindi si genera un vento che va dal mare verso la terra.

Tale azione può assumere un carattere moderato, ma in particolari condizioni può anche assumere un carattere violento quali le trombe d'aria. L'azione combinata del sole, dell'acqua e del vento può provocare gli uragani. L'azione

combinata del fuoco e del vento può provocare grandi incendi. L'azione delle forze gravitazionali può provocare terremoti e, in combinazione con l'acqua del mare, può provocare maremoti. L'azione del fuoco può provocare eruzioni vulcaniche. L'uomo da sempre ha studiato il modo con il quale poter sfruttare l'energia disponibile sulla terra per poterla utilizzare senza che vi sia pericolo per se stesso.

La prima energia che l'uomo ha utilizzato è quella proveniente dal fuoco bruciando il legno degli alberi. Il progresso ha poi messo a disposizione dell'uomo l'energia proveniente dall'acqua, sfruttando le cascate, e quella proveniente dal vento, mediante i mulini a vento. Si è poi scoperta la possibilità di avere energia attraverso l'utilizzo di combustibili fossili che sono resi disponibili dalla natura mediante i giacimenti di gas e i giacimenti di petrolio esistenti nel sottosuolo. Progredendo nelle conoscenze si è poi riusciti ad avere energia utilizzabile trasformando l'energia proveniente dal sole, trasformando in altro modo l'energia resa disponibile dal vento ed infine l'energia resa disponibile dalle particelle che costituiscono la materia, che è chiamata energia nucleare.

**Il mare
e le terre si
riscaldano in
modo diverso
nell'arco
del giorno sotto
l'azione del sole**

Ad oggi l'energia viene utilizzata principalmente in due forme:

- energia termica;
- energia elettrica.

L'energia termica viene prodotta trasformando sostanze combustibili mediante la reazione di combustione. Questa reazione, evidenziata dalla presenza della fiamma tipica del fuoco, trasforma l'energia contenuta nel combustibile in calore producendo anche ceneri e gas. In qualche caso le ceneri possono essere riutilizzate, i gas vengono scaricati in atmosfera provocando il tipico inquinamento da gas serra, cioè da gas che impediscono al pianeta terra di riemettere una parte dell'energia ricevuta dal sole. Questa energia che

viene trattenuta aumenta la disponibilità energetica a bassa quota che poi si manifesta attraverso fenomeni non controllabili dall'uomo quali trombe d'aria, uragani, tifoni o altre manifestazioni di tipo calorico.

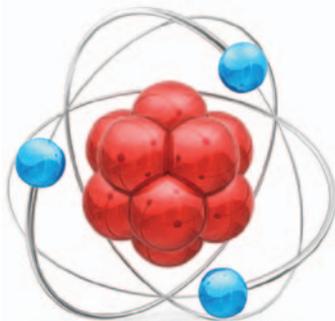
L'energia elettrica non esiste come energia naturale. Essa viene prodotta dall'uomo trasformando l'energia termica, l'energia dell'acqua, l'energia del vento, l'energia solare o l'energia nucleare in energia elettrica sia in modo diretto, sia passando di nuovo attraverso la stessa energia termica. Quando per produrre energia elettrica si passa di nuovo attraverso l'energia termica bruciando combustibili fossili, vengono prodotti di nuovo i gas serra. Quando per produrre energia elettrica non si passa nuovamente attraverso il bruciamento di combustibili fossili, come ad esempio nella conversione dell'energia solare, nella conversione dell'energia idraulica, nella conversione dell'energia eolica e nella conversione dell'energia nucleare, non vengono prodotti i gas serra, né altri tipi di gas inquinanti l'atmosfera. Vedremo in seguito come avvengono tutte queste trasformazioni.

L'energia elettrica che utilizziamo tutti i giorni per l'illuminazione, gli elettrodomestici, i computer, le apparecchiature dei laboratori di analisi cliniche e radiologiche, i tram, le metropolitane, i treni e così via, non esiste in natura ma occorre produrla con appositi impianti che trasformano l'energia che invece è presente in natura. Gli impianti possono essere di grandi dimensioni, e possono essere costruiti anche lontano dai luoghi dove l'energia viene utilizzata: case, uffici, centri commerciali, scuole, industrie, ospedali, ecc... e dove occorre portarla con lunghe linee elettriche.

Chiunque può vedere, ad esempio da un treno o percorrendo l'autostrada, lunghi e grossi fili fissati su alti tralicci di ferro in mezzo alle campagne.

Gli impianti possono essere anche di piccole dimensioni e costruiti vicino ai centri di consumo dove non è necessario realizzare lunghe linee elettriche per trasportarla. A seconda del tipo di energia presente in natura che viene trasformata in energia elettrica si hanno le "Centrali solari", se trasformano l'energia del sole; le "Centrali eoliche", se trasformano l'energia del vento; le

"Centrali idroelettriche", se trasformano l'energia dell'acqua; le "Centrali geotermoelettriche" se trasformano l'energia termica presente nel sottosuolo di alcune regioni; le "Centrali a biomasse", se trasformano l'energia contenuta in alcuni materiali di origine organica che non hanno subito il processo di fossilizzazione. Questi tipi di centrali vengono comunemente chiamate "Centrali a fonti energetiche rinnovabili" perché sfruttano quel tipo di energia presente in natura che non si esaurirà mai.



Ci sono poi altri tipi di centrali, le "Centrali termoelettriche", comunemente chiamate "Centrali convenzionali", perché mediante la combustione trasformano l'energia termica in energia elettrica. Questa energia termica è contenuta in alcuni combustibili fossili, come il gas, il carbone, il petrolio oppure è contenuta nel vapore presente nel sottosuolo di alcune regioni; o ancora nelle biomasse o nei rifiuti solidi urbani. L'energia proveniente dal gas, dal carbone

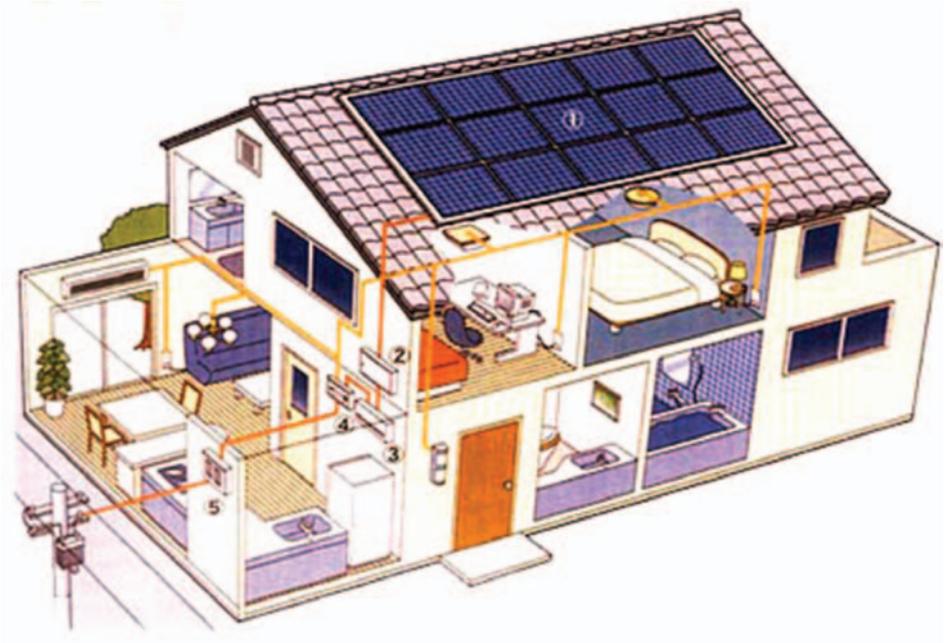
**L'energia
proveniente
dal gas, dal
carbone e
dal petrolio
è destinata a
finire**

e dal petrolio è destinata a finire quando saranno stati consumati tutti i combustibili fossili presenti in natura. Vi sono infine le "Centrali nucleari", che trasformano invece l'energia contenuta negli "atomi" di alcuni tipi di sostanze presenti in natura. Questa energia oggi sfrutta la reazione di fissione (ad esempio divisione di un atomo di Uranio) senza necessità di combustione e quando arriverà a trasformare l'energia presente negli atomi utilizzando la reazione di fusione (ad esempio unione di due atomi di idrogeno), sarà inesauribile.

Qui di seguito descriveremo queste centrali soffermandoci in particolare su quelle Nucleari, perché queste danno maggiori garanzie per una disponibilità e continuità di energia nel futuro. Infatti, per far fronte ai crescenti fabbisogni di energia elettrica, solamente le centrali a fonti rinnovabili non saranno sufficienti a produrre energia elettrica per tutti. Diciamo subito che le centrali nucleari funzionano sostanzialmente con lo stesso principio delle centrali

convenzionali, ma, a differenza di queste ultime, utilizzano un combustibile particolare chiamato "Combustibile nucleare", dal quale si produce calore non mediante la combustione, ma mediante una reazione fisica chiamata "Fissione", perché, come diremo, consiste nello "spezzare" in due parti l'atomo di "Uranio".

B I. I. - CENTRALI TERMOELETTRICHE E A FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI



B I. I. I. - Centrali solari

Le centrali solari producono energia elettrica trasformando la luce del sole in energia elettrica senza passare attraverso l'energia termica e quindi senza utilizzare la reazione di combustione e conseguentemente non emettono gas serra. La trasformazione avviene tramite un elemento presente in natura che si chiama silicio. Questo materiale, trattato opportunamente, ha la proprietà



di emettere una piccola quantità di energia elettrica quando viene colpito dalla luce del sole. Vengono costruite tante piccole celle di silicio che poi vengono messe elettricamente insieme fino a formare dei pannelli. Nella tecnologia corrente i pannelli hanno varie forme, ma per le applicazioni industriali ogni pannello ha dimensioni di 1 mt per 1,60 mt. (cioè 1,60 metri quadrati) e può produrre energia elettrica con una potenza di circa 230 Watt ad una tensione di circa 38 Volt. I valori sono approssimati perché ogni cella ha un proprio rendimento e quindi un pannello produce mediamente i valori sopracitati.

Tutti i pannelli debbono essere orientati verso il sole per poter sfruttare nel migliore dei modi la sua luce. L'energia elettrica che viene prodotta non è direttamente utilizzabile per gli usi domestici e industriali perché viene prodotta in corrente continua e deve essere convertita in corrente alternata, sia per risparmiare sul trasporto della stessa sia per essere utilizzata. Per dare una idea delle dimensioni che occorrono per poter

**Le centrali
solari
producono
energia
elettrica
trasformando la
luce del sole**

realizzare una centrale della stessa potenza di una convenzionale o nucleare si può dire che per avere a disposizione 1000 MW (cioè mille milioni di Watt) occorre coprire una superficie di circa 10 milioni di metri quadrati cioè 10 chilometri quadrati che corrispondono ad un quadrato con i lati lunghi oltre 3 chilometri. Inoltre occorre considerare che le ore di sole disponibili ogni anno in Italia sono circa 1500 e quindi una tale centrale non produce energia 24 ore al giorno, ma a piena potenza solamente circa 4 ore al giorno. Nelle ore mattutine inizia a produrre in modo ridotto, per arrivare al massimo nelle ore centrali del giorno e poi diminuire fino a zero dopo il calare del sole. Questa discontinuità nella produzione di energia elettrica nell'arco delle 24 ore fa sì che, per soddisfare il bisogno energetico della popolazione e delle industrie, occorre utilizzare anche altri tipi di Centrali. Ciononostante le applicazioni dei pannelli solari sono utili e molteplici e, in alcuni casi particolari, possono risolvere convenientemente problemi di approvvigionamento energetico come per esempio nelle applicazioni domestiche.

B 1. 1. 2. - Centrali eoliche

Le centrali eoliche producono energia elettrica trasformando l'energia meccanica posseduta dal vento senza passare attraverso la reazione di combustione e quindi senza emettere gas serra. Una centrale eolica è formata da

Le centrali eoliche producono energia elettrica trasformando l'energia meccanica posseduta dal vento





Quando il vento diventa troppo forte, l'elica supera il numero di giri massimo consentito e quindi non è più utilizzabile per produrre energia elettrica

un insieme di torri molto alte alla cui sommità viene posizionata una grande elica. Quando il vento supera una determinata velocità l'elica inizia a girare producendo energia elettrica attraverso il movimento di un generatore elettrico accoppiato all'asse dell'elica. Quando il vento diventa troppo forte, l'elica supera il numero massimo di giri consentito e quindi non è più utilizzabile per produrre energia elettrica. Esiste quindi un intervallo di velocità del vento utile per produrre energia elettrica. Le torri sono dimensionate per il particolare luogo in cui debbono operare e per giungere ad un progetto ottimale occorre misurare per un certo periodo di tempo (almeno due anni) le velocità del vento e la direzione dello stesso nel luogo ove si vuole costruire la centrale eolica. Occorre anche porre attenzione alle rotte degli uccelli migratori perché, se la centrale eolica è molto grande ed occupa totalmente la via del vento, è possibile che durante la loro migrazione gli uccelli subiscano danni andando a sbattere contro le ali dell'elica che essi non riescono a vedere mentre gira.

Nelle sue vicinanze (circa 200 - 400 metri) viene prodotto del rumore tale da poter parlare di inquinamento acustico. Infatti tali centrali normalmente sono dislocate in montagna, lontano dai centri abitati.

Come per le centrali solari, anche questa energia non è sempre disponibile. Infatti se non c'è vento, le eliche non girano e l'energia elettrica non viene prodotta. Nei siti migliori si può arrivare mediamente ad una produzione di

circa 2000 ore anno. Per tale motivo l'energia eolica non è in grado di soddisfare le esigenze energetiche della popolazione e delle industrie, ma può essere un ottimo metodo per risparmiare petrolio e non inquinare l'ambiente con i gas serra. L'energia eolica non ha generalmente applicazioni domestiche perché lo spazio occupato da una torre è molto grande rispetto ad un normale giardino presente in una casa e la quantità di energia prodotta da ogni torre, quando c'è vento, è molto più grande di quella prodotta da un pannello solare. Infatti una macchina eolica piccola può produrre 50 kW, ma necessita di una torre da 30 a 40 metri di altezza, un diametro del rotore di circa 20 metri e il suo rumore diventa non udibile a 200 metri di distanza. Però oggi cominciano ad aversi anche applicazioni domestiche con impianti di piccole dimensioni (1 kW, 5 kW).

B I. I. 3. - Centrali idroelettriche

L'acqua è la prima fonte di energia rinnovabile usata su larga scala per la produzione di energia elettrica. L'energia elettrica si ottiene sfruttando l'energia potenziale di notevoli masse d'acqua poste ad una altezza maggiore



rispetto a quella di scarico. Si parla di "Centrali a caduta" perché attraverso il dislivello (salto) tra il punto di presa dell'acqua a monte e il punto di restituzione a valle, l'energia potenziale si trasforma in energia cinetica successivamente trasformata in energia elettrica. Si hanno anche centrali cosiddette ad "Acqua fluente" perché sfruttano l'energia cinetica di una corrente d'acqua, generalmente di un fiume. Quest'ultimo tipo di centrali venivano usate molto agli inizi del secolo scorso, oggi il loro potenziale è piuttosto sottoutilizzato.

In linea generale una centrale idroelettrica è costituita da un "Opera di sbarramento" (diga o traversa), che intercetta un corso d'acqua creando un "Invaso" (serbatoio se l'invaso è artificiale, bacino se l'invaso è naturale) continuamente riempito attraverso "Opere di adduzione" (canali e gallerie di derivazione), dal quale l'acqua viene prelevata mediante grosse condotte (condotte forzate). Attraverso le condotte forzate, l'acqua man mano che scende a valle acquista velocità e la sua energia potenziale si trasforma in energia cinetica fino a quando non raggiunge una o più turbine, verso cui è convogliata, le cui pale sotto la spinta dell'acqua prendono a girare e l'energia cinetica dell'acqua si trasforma in energia meccanica di rotazione delle pale delle turbine. Quest'ultime sono collegate a loro volta all'albero di un "Alternatore" dove finalmente l'energia meccanica viene trasformata in energia elettrica.

L'acqua una volta attraversate le turbine viene restituita mediante un canale (Canale di scarico) ad un corso d'acqua oppure ad un bacino. In questo secondo caso si parla di centrali idroelettriche ad "Accumulo", perché l'acqua viene accumulata in un bacino di raccolta posto a valle rispetto al bacino di monte. Le centrali ad accumulo rivestono una grande importanza sotto l'aspetto ambientale, perché producono energia elettrica senza emettere sostanze inquinanti. Durante il giorno, quando la richiesta di energia per le varie attività è maggiore è possibile farle funzionare al posto di centrali convenzionali meno rispettose dell'ambiente. In questo modo il bacino a monte si svuota e lo si riempie durante la notte pompandovi l'acqua dal bacino a valle, quando la disponibilità di energia elettrica è maggiore.

B I. I. 4. - Centrali geotermoelettriche

Le Centrali geotermoelettriche producono energia elettrica trasformando l'energia termica contenuta nel sottosuolo di alcune regioni. A profondità particolarmente elevata, gli strati della crosta terrestre sono molto caldi, infatti man mano che si penetra nella crosta terrestre la temperatura aumenta gradualmente di circa $30^{\circ}\text{C}/\text{km}$ e può raggiungere anche alcune centinaia di gradi. Si ritiene che questo calore sia prodotto dal decadimento radioattivo delle rocce. Le acque giungendo in profondità si riscaldano fino a vaporizzare; il vapore, attraverso le fenditure degli strati rocciosi creatisi per gli assestamenti della superficie terrestre o in seguito ad eruzioni vulcaniche, risale fino a livelli in cui può essere utilizzato come fonte di calore per produrre energia elettrica.

Attraverso trivellazioni più o meno profonde, il vapore viene portato in superficie (campo geotermico) e, dopo opportuni trattamenti per estrarne i gas incondensabili (soprattutto anidride carbonica), viene convogliato in tubazioni



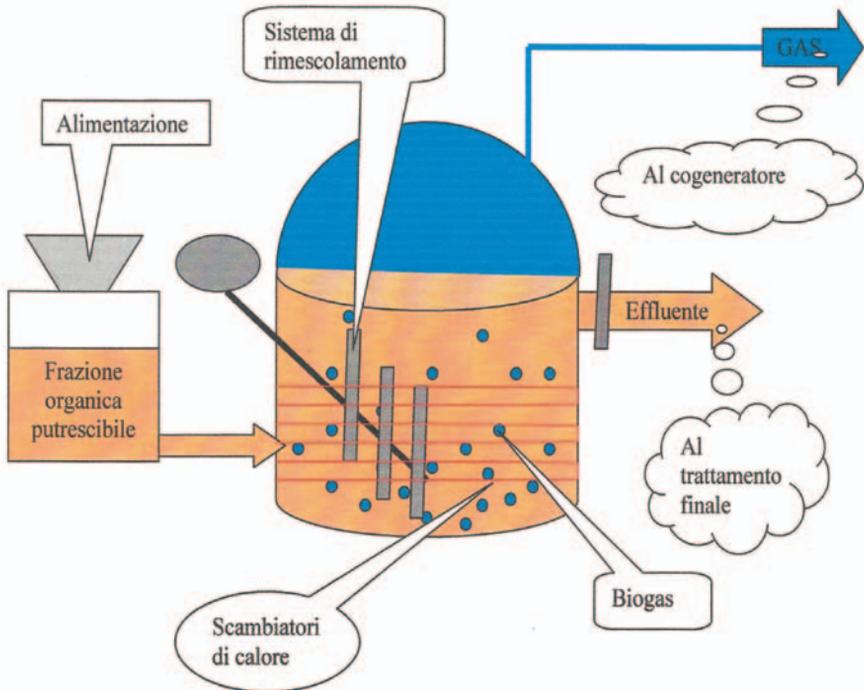
(vaporkotti) e da queste ad una turbina che trasforma la sua energia cinetica in energia meccanica e quindi in energia elettrica attraverso un alternatore, in modo del tutto analogo a quanto visto per le centrali idroelettriche. A volte per mantenere costante il flusso di vapore acqueo nel campo geotermico si usa iniettare acqua fredda nella crosta terrestre. Va detto che la geotermia resta una fonte energetica marginale da utilizzare solo in limitati contesti territoriali e in ogni caso resta una potenzialità energetica da sfruttare laddove possibile.

B I. I. 5. - Centrali a biomassa

Per biomasse si intendono tutte quelle sostanze di origine organica, animale o vegetale, che non hanno subito il processo di fossilizzazione, come per il carbone e il petrolio, dalle quali sia possibile ottenere energia, attraverso processi biochimici o termochimici. Le biomasse sono considerate fonti energetiche rinnovabili in quanto il loro periodo di ripristino è breve e paragonabile a quello del loro sfruttamento. Dette sostanze sono disponibili come prodotti diretti o residui delle produzioni agricole e della zootecnia (fanghi e deiezioni animali), come sottoprodotti o scarti di lavorazione di alcuni tipi di industrie (agro-alimentare, del legno, ecc...), residui o sottoprodotti del settore forestale e rifiuti solidi urbani.

L'utilizzo delle biomasse come fonte di energia presenta una grande varietà in funzione dei tipi dei materiali disponibili e, nel tempo, sono state sviluppate molte tecnologie di conversione energetica, alcune delle quali hanno raggiunto un livello di sviluppo tale da consentirne l'utilizzazione su scala industriale; altre, invece, più recenti e molto complesse, necessitano di ulteriore sperimentazione al fine di aumentare i rendimenti e ridurre i costi di conversione energetica. Per convertire le biomasse in prodotti energeticamente utili si utilizzano due processi: il termochimico e il biochimico. All'interno di questi due processi attualmente sono disponibili diverse tecnologie.

Il biogas prodotto viene raccolto, deumidificato, purificato ed inviato ad un serbatoio di stoccaggio



schema semplificato di un digestore anaerobico

Tra i processi di conversione termochimica rientrano la combustione diretta, la carbonizzazione, la pirolisi e la gassificazione; tra i processi biochimici rientrano quelli basati sulla azione di enzimi, funghi e micro-organismi che si formano, sotto particolari condizioni, nella biomassa. Risultano idonei alla conversione biochimica: le colture acquatiche, alcuni sottoprodotti colturali, reflui zootecnici, scarti di lavorazione, biomassa eterogenea immagazzinata nelle discariche controllate (rifiuti solidi urbani). Tra i processi biochimici particolarmente interessante è la "digestione anaerobica" per la produzione di gas (biogas) da utilizzare come combustibile, ad

**Per convertire
le biomasse
in prodotti
energeticamente
utili si utilizzano
due processi**

esempio, in impianti di cogenerazione di energia elettrica e calore, energie da utilizzare per alimentare utenze elettriche e per riscaldamento di ambienti.

Un tale impianto è costituito essenzialmente da una vasca di raccolta delle sostanze organiche, dove avviene una prima trasformazione fisico-chimica (putrefazione), da qui mediante pompe la materia viene trasferita in un contenitore in cemento armato o di metallo (digestore anaerobico) all'interno del quale avviene il processo di fermentazione ad opera di micro-organismi, in assenza di ossigeno, e la produzione di gas (metano).

La digestione anaerobica consiste essenzialmente nella demolizione delle sostanze organiche complesse contenute nei vegetali e nei sottoprodotti di origine animale (lipidi, protidi, glucidi) con la conseguente produzione di gas costituito per il 50-70% da metano e per la parte restante soprattutto da anidride carbonica.

Il biogas prodotto viene raccolto, deumidificato, purificato ed inviato ad un serbatoio di stoccaggio dal quale viene prelevato ed inviato alla macchina di produzione di energia elettrica e calore (gruppo di cogenerazione).

Per quanto riguarda infine il prodotto che rimane dopo il trattamento della biomassa nel "digestore", esso viene messo in contenitori di stoccaggio e successivamente smaltito.

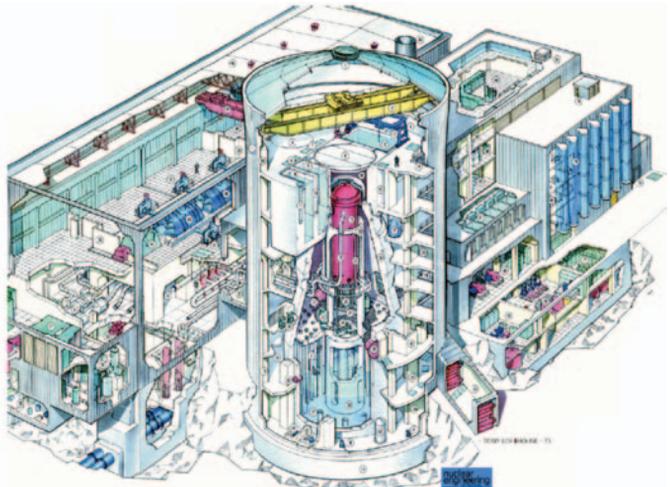
B I. 2. - CENTRALI NUCLEARI

Nel descrivere questo tipo di centrali saranno usati termini come "Atomo" e "Radioattività" di cui daremo in modo molto semplice il significato, allo scopo di rendere comprensibile quanto verrà esposto.

"ATOMO"

Tutta la materia è costituita da atomi. Ogni atomo è costituito principalmente da due parti, una più interna detta "Nucleo" formato da particelle chiamate "neutroni" e "protoni" ed un'altra più esterna costituita da particelle molto più piccole dette "elettroni" il cui numero è uguale a quello dei protoni.

Una centrale nucleare è costituita da una serie di edifici che in gran parte si ritrovano anche nelle centrali termoelettriche



“RADIOATTIVITA’

La radioattività è un fenomeno naturale caratteristico di alcuni tipi di atomi che hanno la proprietà di emettere spontaneamente nel tempo energia sotto forma di radiazione elettromagnetica (raggi gamma - per la cura di alcuni tipi di tumori; e raggi X - usati in medicina per fare le radiografie), oppure sotto forma di particelle corpuscolari come elettroni (raggi β), protoni e neutroni. In questo caso si parla di radioattività “Naturale”.

La radioattività può essere prodotta anche in modo “artificiale” dall'uomo sottoponendo alcuni materiali alla esposizione di particelle quali neutroni o protoni; per effetto di questo impatto gli atomi del materiale si trasformano in atomi radioattivi, capaci come si è detto di emettere energia.

Le radiazioni nucleari possono essere pericolose per l'uomo se non si adottano semplici accorgimenti. Analogamente a quanto avviene in campo medico ove si predispongono opportuni schermi per proteggere gli operatori, anche nelle centrali nucleari le possibili sorgenti radioattive vengono schermate in modo diverso per proteggere i lavoratori. Comunque, durante il funzionamento, all'esterno di una centrale nucleare non vi sono radiazioni pericolose per l'uomo. Fatta questa

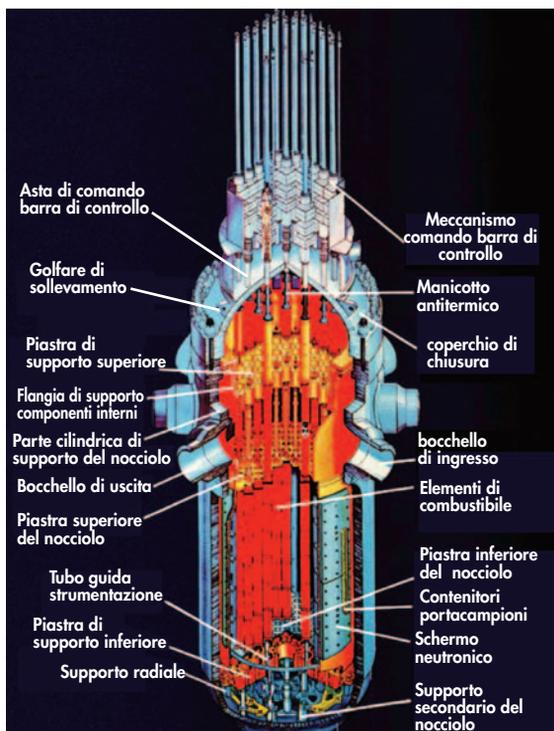
premesse, vediamo come è fatta una Centrale Nucleare, soffermandoci in particolare su alcune parti che la distinguono da una centrale convenzionale. Essa è costituita da una serie di edifici che ritroviamo anche nelle centrali termoelettriche, e da edifici che sono tipici di una centrale nucleare come l'Edificio Reattore e l'Edificio per il combustibile nucleare. Nell'edificio reattore si trova il "Reattore nucleare", che è il cuore della centrale, mentre in quello del combustibile si trova una grande vasca colma d'acqua detta "Piscina del combustibile". Un altro importante edificio, presente sia nelle centrali nucleari che nelle centrali convenzionali, ospita la turbina.

B I. 2. 1. - Principali componenti di una centrale nucleare

IL REATTORE NUCLEARE

Il Reattore Nucleare lo possiamo immaginare come un enorme recipiente di acciaio con pareti molto robuste, spesse circa 20 cm. All'interno di questo recipiente viene posto il combustibile nucleare dal quale si estrae l'energia termica che occorre per produrre l'energia elettrica. Il combustibile nucleare è costituito da un materiale contenente atomi di Uranio; l'Uranio viene estratto con particolari procedimenti chimico-fisici da una roccia che si trova in natura.

L'uranio così estratto viene lavorato formando piccoli cilindretti (pastiglie) con i quali si



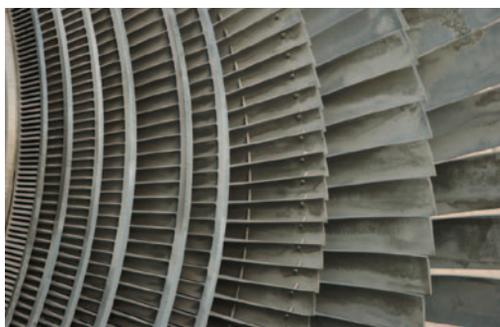
riempiono dei tubi di piccolo diametro di metallo speciale (barrette di combustibile). Queste barrette opportunamente riunite a formare dei fasci (elementi di combustibile) vengono fissate all'interno del Reattore, dove si trovano immerse nell'acqua. Una volta riempito il Reattore con l'acqua e il combustibile, l'energia termica che occorre per produrre l'energia elettrica la si estrae dall'uranio facendo avvenire una reazione che si ripete continuamente nel tempo, la cosiddetta "Reazione a catena".

La Reazione a catena viene avviata utilizzando neutroni emessi da particolari sorgenti. L'Uranio colpito dai neutroni si spezza formando due nuovi atomi (fissione nucleare) di massa più piccola ed emette 2 o 3 nuovi neutroni che, a loro volta, andando a colpire altri atomi di Uranio, ripetono la reazione che per tale motivo viene detta a catena.

I prodotti della reazione sono dotati di una grande energia cinetica che si trasforma in energia termica per effetto degli urti che essi hanno con il combustibile e con le molecole dell'acqua, rallentando così la loro corsa. Questo fenomeno è simile a quello che avviene quando viene frenata una automobile in corsa: l'energia cinetica dell'automobile si trasforma in energia termica che scalda i freni dell'auto. Il calore che si sviluppa provoca l'ebollizione dell'acqua che si trasforma in vapore, proprio come avviene in una pentola riempita d'acqua messa a bollire sul fornello della cucina di casa. Il vapore così prodotto viene inviato con apposite tubazioni ad una macchina chiamata "Turbina" posta nell'Edificio Turbina.

LA TURBINA

La Turbina è una macchina costituita da un enorme cassone a forma di tronco di cono, all'interno del quale, e lungo tutto il suo asse, gira un cilindro di acciaio su cui sono fissate a raggiera una serie di pale di diversa lunghezza e larghezza: questo cilindro è chiamato "Albero della turbina". Quando il vapore, proveniente dal Reattore, arriva alla turbina, le sue molecole si infrangono sulle pale cedendo loro la propria energia cinetica per effetto della quale vengono spinte provocando la rotazione dell'albero; in questo modo l'energia cinetica del vapore d'acqua si trasforma in energia meccanica dell'albero. Accade in altre parole



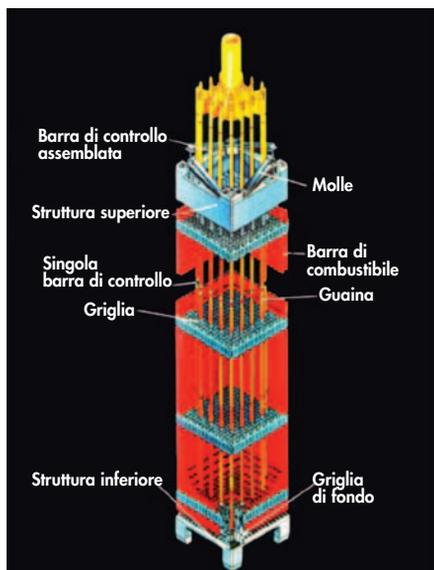
Particolare di una turbina

come detto, all'albero della turbina, per cui quando gira l'albero della turbina prende a girare anche il rotore dell'Alternatore e in questo modo l'energia meccanica si trasforma finalmente in "Energia elettrica" che viene prelevata e trasportata nei luoghi di consumo. Questa macchina è uguale a quella esistente nelle centrali termiche a gas, olio combustibile, biomassa e geotermoelettriche.

LA PISCINA DEL COMBUSTIBILE

La Piscina del combustibile è una grande vasca riempita d'acqua all'interno della quale sono sistemate delle rastrelliere per accogliere gli elementi di combustibile. In una centrale nucleare gli elementi di combustibile che occorrono per farla funzionare vengono sostituiti mediamente dopo circa due anni, perché l'Uranio si è esaurito e quindi va sostituito con nuovo combustibile. Questa operazione si esegue utilizzando la piscina: gli elementi di combustibile esauriti (Irraggiati) vengono estratti dal Reattore e trasferiti con apposite macchine nella Piscina

la stessa cosa che accade quando il vento mette in movimento le pale di un generatore eolico. L'albero della Turbina a sua volta è collegato con l'albero di un'altra macchina, l'Alternatore, al quale cede la sua energia meccanica. L'Alternatore è costituito da due parti: una parte fissa esterna (Statore) e una parte mobile interna (Rotore) che è collegata,



Elemento combustibile nucleare

dove vengono sistemati nelle rastrelliere, lasciandoveli per un certo tempo per farli raffreddare. Trascorso questo tempo si deve decidere cosa farne: o si trasferiscono, come hanno fatto in Svezia e Finlandia, in analoghe piscine molto più grandi costruite a grande profondità nella roccia granitica, geologicamente stabile, dove si lasciano indefinitamente, oppure vengono inviati ad appositi impianti detti di "Riprocessamento", come ne esistono per esempio in Francia e in Inghilterra, dove vengono riprocessati, cioè vengono smontati nelle varie parti e disciolti con degli acidi. Al termine di questa operazione vengono recuperati i prodotti che possono essere riutilizzati per costruire nuovo combustibile nucleare mentre quelli non riutilizzabili (che sono una minima parte) vengono trattati in modo speciale per essere conservati in sicurezza a lungo nel tempo.

In una centrale nucleare gli elementi di combustione vengono sostituiti dopo circa due anni

B 1. 2. 2. - Realizzazione ed esercizio di un impianto nucleare

Realizzare ed esercire una centrale nucleare ha trovato in Italia l'opposizione di molti: politici, ambientalisti, enti locali, studiosi, popolazione. La ragione di questo atteggiamento è dovuta a scarsa conoscenza e ad una non corretta informazione che finisce con il generare diffidenza e paura. Intanto va detto che centrali nucleari se ne sono costruite in tutto il mondo (ad oggi sono più di 400) e se ne costruiscono ancora, perché possono dare un grosso contributo alla copertura del fabbisogno di energia e lo possono fare in modo ecologico e nel rispetto dell'ambiente, perché non emettendo gas come l'anidride carbonica non con-



Reattore in costruzione

**L'utilizzo
dell'energia nucleare
a scopi pacifici fu
inventato dallo
scienziato italiano
Enrico Fermi**

tribuiscono al riscaldamento della terra di cui oggi tanto si parla.

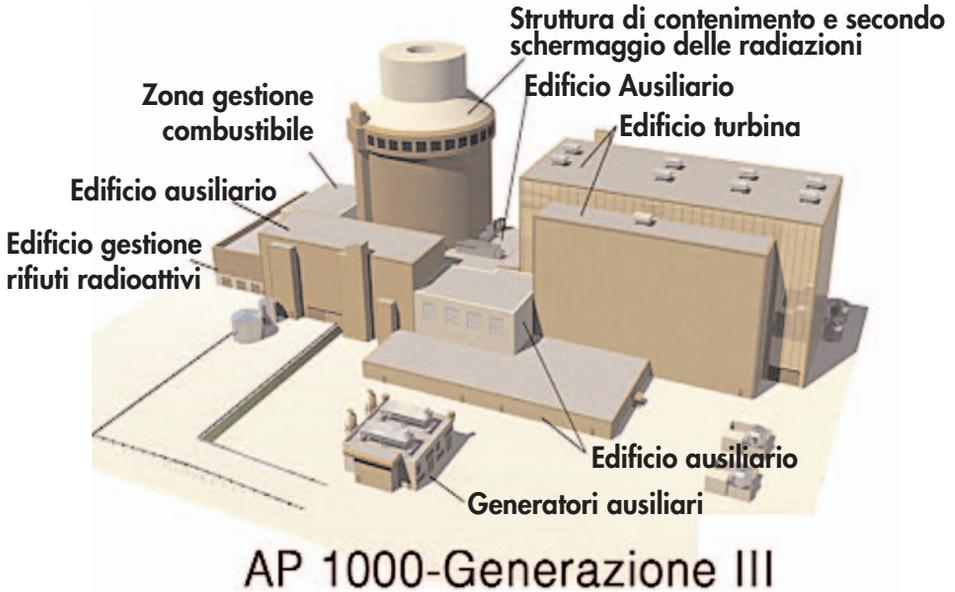
Anche in Italia ne furono costruite nei primi anni sessanta ed eravamo tra i primi al mondo. Va ricordato che l'utilizzo dell'energia nucleare a scopi pacifici fu inventato da un grande scienziato italiano, Enrico Fermi, che negli Stati Uniti, nei primi anni quaranta, mise a punto la prima Centrale nucleare. Abbiamo ancora costruito ed avviato la costruzione di altre cen-

trali nucleari negli anni ottanta, ma tutto si fermò a seguito del famoso incidente avvenuto in una delle centrali nucleari di Chernobyl in Ucraina. A seguito di questo incidente in Italia fu indetto nel 1987 un Referendum popolare in seguito al quale il Parlamento decise di non costruire nuove centrali nucleari per 5 anni: le centrali che erano in esercizio furono chiuse ed una grande centrale che era in costruzione fu interrotta. Decisioni che ancora oggi si fanno sentire negativamente per le conseguenze sia economiche che sotto l'aspetto dell'approvvigionamento energetico, che è sempre stato un problema per l'Italia, dal momento che non abbiamo risorse energetiche primarie interne ma dobbiamo approvvigionarle quasi completamente dall'estero con tutti i rischi che questa condizione comporta.

Un ulteriore referendum, nel 2011, ha di nuovo impedito l'utilizzo in Italia dell'energia nucleare mentre il Giappone, nonostante l'incidente di Fukushima, ha deciso di costruire nuove centrali nucleari.

Visto che il fabbisogno di energia elettrica che si ha cresce nel tempo e garantisce una migliore qualità della vita, vista la maggiore sensibilità per il rispetto dell'ambiente, qualcuno dice: perché non produciamo l'energia elettrica di cui abbiamo bisogno con le Centrali a fonti rinnovabili senza costruire centrali nucleari che sono pericolose? La risposta è semplice: il modo più razionale per produrre energia elettrica è quello di produrla sia con fonti rinnovabili, sia con le centrali nucleari, sia con le centrali termoelettriche convenzionali. È importante produrre energia elettrica utilizzando in modo adeguato tutte le fonti energetiche disponibili, specialmente per una nazione che non ha risorse energetiche primarie.

Perché non possiamo rinunciare alle centrali nucleari e convenzionali? Perché di energia elettrica abbiamo bisogno notte e giorno ed affidarci alle sole energie rinnovabili come il sole, il vento e l'acqua è estremamente



rischioso perché, come si è già detto, non sono sempre disponibili; quando il sole, il vento e l'acqua non ci sono come si fa ad avere energia elettrica nelle case, nelle industrie, negli ospedali? È vero che le centrali nucleari non sono come gli altri tipi di centrali, ma questo non deve spaventare, perché ci sono le conoscenze tecnico-scientifiche per costruirle e gestirle nel rispetto di norme e regole precise applicate in tutto il mondo, come d'altra parte dovrebbe essere fatto in tutti quei casi dove ci potrebbe essere un rischio per la salute dell'uomo.

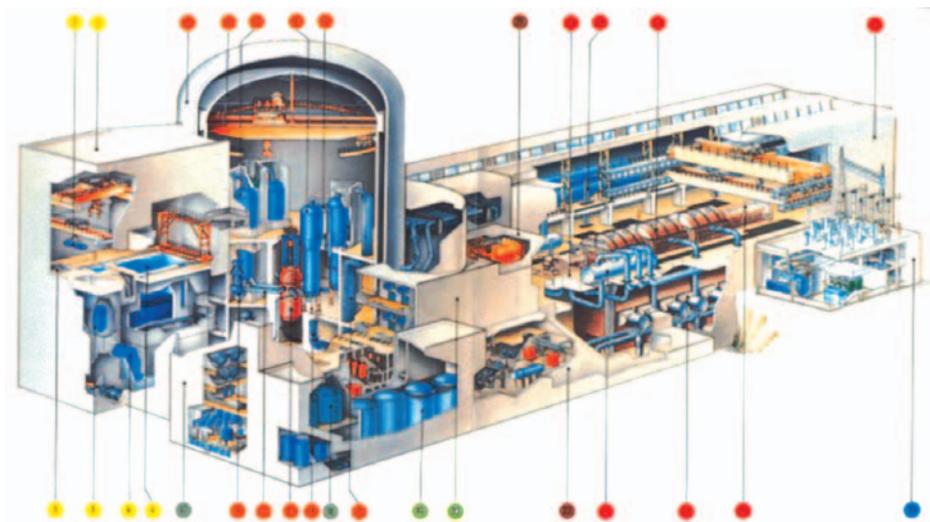
Rispettando le norme esistenti:

- una centrale nucleare non è una bomba atomica;
- una centrale convenzionale che utilizza petrolio non è un concentrato di migliaia di bombe incendiarie;
- una centrale eolica non è una tromba d'aria;
- una centrale solare non brucia il terreno sottostante.

E allora cerchiamo qui di seguito di dare alcune informazioni che crediamo possano aiutare ad affrontare il problema con meno sospetto e in modo più razionale possibile, con la consapevolezza che non esiste impresa umana che non presenti rischi: occorre conoscerli per poterli gestire in modo che non abbiano a verificarsi incidenti e nel caso dovessero presentarsi affrontarli per impedire conseguenze pericolose per l'uomo e l'ambiente.

B 1. 2. 3. - La localizzazione delle centrali nucleari

Le Centrali nucleari vengono realizzate in località che devono avere precisi requisiti e che devono essere conformi ad una rigorosa normativa. I criteri ai quali devono rispondere queste località sono in gran parte gli stessi dove vengono costruite le Centrali termoelettriche convenzionali: vicinanza quanto più possibile ai centri di consumo dell'energia elettrica, perché così si riducono i costi per il suo trasporto; vicinanza a fiumi o mare, perché c'è bisogno di una grande quantità d'acqua per i vari servizi necessari al funzionamento dell'impianto; la zona non deve essere soggetta a movimenti di assestamento e a grandi terremoti e deve essere sottoposta ad approfonditi studi per conoscere se vi sono



II Generazione Tecnologia Occidentale
Impianto ad acqua in pressione PWR

falde acquifere e la loro profondità e se vi sono corsi d'acqua sotterranei e superficiali. Ci sono poi altri dati che debbono essere presi a riferimento per la progettazione: le caratteristiche meteorologiche (direzione e velocità del vento, quantità e caratteristiche delle precipitazioni, andamento della temperatura dell'aria); le caratteristiche demografiche, molto importanti ai fini della sicurezza dei lavoratori della centrale e delle popolazioni circostanti all'impianto; l'incremento delle temperature esterne dell'acqua di raffreddamento per rispettare l'ambiente.

B 1. 2. 4. - La sicurezza delle centrali nucleari

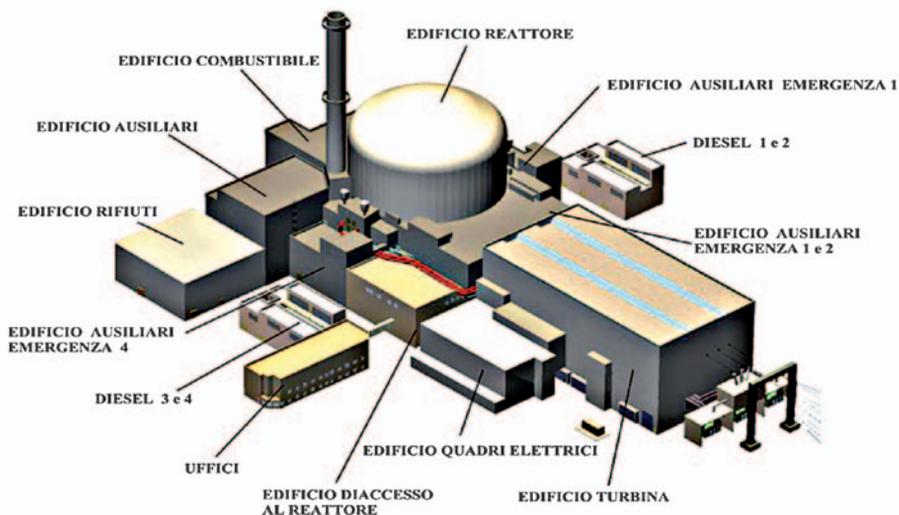
Ai fini della sicurezza grande attenzione viene posta alla progettazione, realizzazione ed esercizio di un impianto nucleare. Dallo scrupoloso rispetto delle normative nazionali ed internazionali nella esecuzione delle tre fasi dipende la sicurezza dei lavoratori e della popolazione che vive nelle vicinanze della centrale. Infatti per le centrali nucleari di nuova generazione, ad esempio, non vi è più la necessità tecnica di prevedere un piano di emergenza esterno all'area di rispetto dell'impianto perché, anche in caso di incidente, non vengono superate le dosi di radiazioni pericolose per la salute. Per l'esercizio dell'impianto una particolare cura viene posta nell'addestramento del personale addetto alla conduzione, il quale viene sottoposto, con cadenza triennale, a visite attitudinali da parte dell'Autorità di controllo che rilascia una patente di idoneità allo svolgimento delle mansioni loro affidate. Per quanto riguarda ancora la progettazione dell'impianto, essa prevede che, in caso di emergenza, il Reattore nucleare si spenga automaticamente con l'intervento di appositi sistemi e la struttura degli



Armature per cemento armato di una centrale nucleare

EPR – Generazione III

European Pressurized Reactor



edifici deve essere in grado di resistere a possibili catastrofi prevedibili quali terremoti, alluvioni, atti di terrorismo.

In caso di guasti o incidenti durante l'esercizio dell'impianto sono previsti più sistemi in grado di intervenire in caso di mancato funzionamento di uno di loro.

Una ulteriore sicurezza è data dalla presenza di particolari sistemi detti di "emergenza" che devono intervenire in caso di grave incidente con conseguenza di esposizione a pericoli per la popolazione e gli addetti ai lavori. Ad esempio in caso di improvvisa mancanza di energia elettrica che alimenta le varie apparecchiature della centrale è prevista la presenza dei "generatori di emergenza" che entrano in funzione nel giro di pochi secondi mantenendo per un certo numero di ore in funzione le apparecchiature fino a quando non viene ripristinata la situazione di normalità. Altro esempio è costituito dalla eventuale rottura delle tubazioni che portano l'acqua al

**Una ulteriore
sicurezza è data
dalla presenza
di particolari
sistemi di
"emergenza"**

Reattore nucleare: in questo caso intervengono delle "pompe di emergenza" che pompano acqua speciale contenuta in appositi serbatoi. Infine accenniamo che, attorno alla centrale nucleare, è presente una rete di monitoraggio continuo dell'acqua, dell'aria nei vari ambienti e del suolo per verificare l'assenza di eventuali tracce anomale di radioattività e di inquinamento chimico ambientale.

La centrale di Chernobil non aveva il contenitore del reattore in quanto non previsto in fase di progettazione. Nonostante la fuoriuscita di radioattività a seguito del noto incidente, nel 2012 nella vicina città di Kiev si sono svolti i campionati mondiali di calcio. Lo stesso incidente avvenuto nella centrale di Three Mile Island, negli Stati Uniti, pur prevedendo l'evacuazione della popolazione a scopo precauzionale, dopo un breve periodo sono tutti rientrati nelle proprie case, perchè la centrale era dotata del contenitore del reattore previsto in fase di progettazione.

A Fukushima l'incidente nella centrale nucleare ha provocato la fuoriuscita di radioattività in quanto non era previsto in progettazione il contenitore del reattore. Tale fuoriuscita non ha evidenziato dichiarazioni di danni da radiazioni alla popolazione e, anche se il Giappone in un primo momento ha dichiarato la fuoriuscita dal nucleare, oggi, a distanza di circa un anno, lo stesso Giappone ha dichiarato la costruzione di nuove centrali nucleari.

Negli Emirati Arabi, nonostante la massiccia presenza di sole, sono stati appaltati i lavori per 4 centrali nucleari.

La Cina ha in programma, già iniziato, la realizzazione di 40 centrali nucleari. Come si vede le cause che possono provocare situazioni di particolare pericolo vengono previste e se ne tiene conto nel **progettare** e realizzare la centrale nucleare.

B I. 2. 5. - I rifiuti Radioattivi di una centrale nucleare

Occorre innanzitutto evidenziare che tutto ciò che è radioattivo decade nel tempo e quindi dopo un periodo di tempo variabile tra qualche minuto, qualche mese (per la maggior parte dei rifiuti), un centinaio di anni (per una minima parte dei rifiuti) e alcune migliaia di anni (per una piccolissima parte dei rifiuti), tutti i rifiuti radioattivi non sono più nocivi per l'uomo.



Deposito di Le Manche
Struttura prima dell'installazione della copertura

La radioattività proveniente dalle centrali nucleari e dai rifiuti radioattivi è definita non più pericolosa per l'uomo quando la sua quantità è trascurabile rispetto a quella già esistente nell'ambiente per cause naturali. È opportuno anche evidenziare che l'inquinamento chimico

dell'ambiente, dovuto ai rifiuti prodotti dalle attività industriali, non decade mai e quindi rimarrà presente sulla terra per sempre.

Durante il funzionamento di una centrale nucleare vengono prodotti degli scarti che possono contenere tracce di radioattività e pertanto occorre analizzarli per rilevarne tipo e livello di radioattività prima di decidere come metterli in sicurezza. Questi rifiuti possono essere solidi, liquidi o gassosi.

I rifiuti solidi sono costituiti da indumenti protettivi usati durante le operazioni di manutenzione dell'impianto, da carta e dai filtri dell'aria. Generalmente questi rifiuti hanno una bassa attività e pertanto vengono inceneriti oppure compattati e chiusi in contenitori metallici sigillati, numerati e sistemati in apposite aree della centrale o in opportuni depositi in attesa che la loro radioattività non sia più pericolosa.

I rifiuti liquidi sono quelli provenienti dall'acqua di lavaggio dei pavimenti, dal lavaggio delle apparecchiature, dalla lavanderia; essi vengono divisi in tre categorie per poterli trattare e ridurre la radioattività prima di immagazzinarli e/o rilasciarli all'esterno della centrale perché la loro radioattività non è più pericolosa.

Ci sono infine i rifiuti gassosi che vengono rilasciati all'esterno so-



Deposito di Le Manche
Struttura dopo l'installazione della copertura

lamente quando la loro radioattività non è più pericolosa per l'uomo e, se necessario, vengono filtrati prima del rilascio.

Oltre questi rifiuti, ce ne sono altri che vengono prodotti durante la reazione nucleare e che rimangono intrappolati nelle barre di combustibile: sono le cosiddette "Scorie radioattive" la cui radioattività è molto elevata e cesserà di essere pericolosa solamente dopo alcune migliaia di anni. Queste scorie possono essere lasciate all'interno del combustibile quando si decide di conservare gli elementi di combustibile senza alcun trattamento. Se invece si decide di riprocessare gli elementi di combustibile, queste scorie vengono separate dai prodotti che possono essere riutilizzati, sottoposte a dei trattamenti speciali e racchiuse in vetro e poi in contenitori di acciaio e calcestruzzo. I contenitori a loro volta vengono immagazzinati in appositi depositi posti in superficie oppure interrati in profondità in aree geologicamente stabili dove possono essere costantemente monitorati e controllati, con la possibilità di recuperarli e sottoporli eventualmente a manutenzione. Queste scorie rappresentano una piccolissima parte di tutti i rifiuti provenienti da una centrale nucleare e pertanto possono essere facilmente controllate.



Deposito di Forsmark

B 2. - COME SI ACCUMULA L'ENERGIA ELETTRICA

L'energia elettrica non si può accumulare direttamente come una qualsiasi merce in magazzino.

L'energia elettrica si può accumulare, ma le tecnologie oggi disponibili permettono l'accumulo in quantità comunque limitate, passando attraverso la trasformazione di energia elettrica in energia chimica (batterie) o passando attraverso la trasformazione di energia elettrica in energia idraulica (centrali idroelettriche ad accumulo).

B 2. 1. - ACCUMULO SOTTO FORMA DI ENERGIA CHIMICA

L'energia elettrica può essere accumulata in contenitori chiamati batterie. Esse possono accumulare solamente energia elettrica sotto forma di corrente continua. Per arrivare a tale accumulo occorre utilizzare diverse apparecchiature, anche se la tecnologia di oggi le ha raggruppate in un unico apparecchio chiamato "carica- batterie". Occorre prima di tutto convertire la corrente alternata prodotta dalle grandi centrali in corrente continua e collegare ai due poli presenti sulla batteria due conduttori: uno rappresenta il polo positivo e l'altro il polo negativo. Occorre regolare la tensione di carica in funzione della batteria che si vuole caricare. La corrente elettrica continua che viene inviata alla batteria provoca all'interno della stessa delle reazioni elettrochimiche che permettono l'accumulo di energia elettrica. Comunque il quantitativo che è possibile immagazzinare non è molto grande e può supportare le attività per pe-

riodi di tempo limitati se non viene continuamente ricaricata (come avviene nelle automobili). Tuttavia, anche se ricaricata, dopo alcuni anni non riesce più ad accumulare energia. Le batterie sono molto pesanti perché al loro interno sono presenti piombo o altri metalli. Lo



L'energia elettrica può essere accumulata in contenitori chiamati batterie

spessore delle lastre di piombo determina la durata delle batterie. Esistono altre batterie "al litio" che riescono ad accumulare più energia delle batterie al piombo, ma vengono utilizzate per usi particolari perché sono molto costose.

B 2. 2. - ACCUMULO SOTTO FORMA DI ENERGIA IDRAULICA

È possibile accumulare energia elettrica sotto forma di energia idraulica mediante le "centrali idroelettriche ad accumulo" dette anche "di pompaggio". La quantità di energia elettrica accumulabile in questo modo è di gran lunga superiore a quella delle batterie, anzi si può affermare che tra i due metodi esiste una differenza enorme. Le centrali di pompaggio accumulano energia elettrica nel seguente modo. Esse sono formate, come già accennato, da un bacino a monte (superiore) e da un bacino a valle (inferiore) la cui grandezza viene stabilita in base al numero di ore per le quali sono state progettate per mettere a disposizione la loro potenza massima. Normalmente sono progettate per fornire energia elettrica per un massimo di otto ore. Ma la potenza può essere molto elevata. Infatti un singolo gruppo può disporre di una potenza fino a 250 MW. Il vantaggio di queste centrali è quello che utilizzano sempre la stessa acqua. Infatti, in fase di accumulo di energia, l'acqua del bacino inferiore viene pompata nel bacino superiore e, quando debbono fornire energia, l'acqua del bacino superiore viene scaricata nel bacino inferiore passando attraverso una turbina idraulica che, accoppiata con un generatore, produce energia elettrica che può essere utilizzata direttamente. Il dislivello necessario è compreso fra i 500 ed i 700 metri. Normalmente l'energia idraulica viene accumulata durante la notte, quando la richiesta di energia elettrica diminuisce perché, ad esempio, gran parte delle industrie sono chiuse. L'energia, dunque, viene restituita di giorno quando la richiesta è alta. Anche in questo caso si produce energia elettrica senza passare attraverso l'energia termica e quindi senza utilizzare la reazione di combustione. In tal modo non viene inquinato l'ambiente dai gas serra. Occorre evidenziare che durante la notte in Europa vi è disponibilità di energia elettrica a basso costo. Diversamente avviene di giorno. In Italia, la presenza degli Appennini, consentirebbe la costruzione di centrali di pompaggio lungo tutta la penisola, e le regioni che le ospitassero potrebbero contribuire ad evitare l'inquinamento da gas serra.

C - L'utilizzo dell'energia

C 1. Quanta ne occorre

- C 1. 1. In ambiente domestico
- C 1. 2. In ambiente industriale

C 2. Quale inquinamento produce

- C 2. 1. Da combustibili fossili
- C 2. 2. Da combustibile nucleare
- C 2. 3. Da energia solare
- C 2. 4. Da energia eolica

C 3. Come si può risparmiare energia

C 4. Per quanto tempo sarà disponibile l'energia



C I. - QUANTA NE OCCORRE

Per effettuare un calcolo di quanta energia occorre per le varie fasi della vita umana occorre definire una unità di misura che possa far capire le quantità in gioco. Le unità di misura energetiche sono principalmente due: la prima si riferisce all'energia termica che si esprime in Chilocalorie (kcal), cioè la quantità di calore che è posseduta da un combustibile; la seconda si riferisce all'energia elettrica che si esprime in Chilowattora (kWh), cioè la quantità di energia elettrica che può essere fornita da una centrale elettrica. Analizziamo le due unità di misura per far capire quali siano i quantitativi di materiale in gioco nei due casi a seconda delle fonti energetiche che si prendono in considerazione

C I. I. - IN AMBIENTE DOMESTICO

Nell'ambiente domestico la potenza elettrica che normalmente viene installata è variabile da 1,5 kW a 10 kW in dipendenza delle necessità della casa. In una casa ove sono presenti gli elettrodomestici (Frigorifero, Televisore, Scaldabagno, Lavatrice, Lavastoviglie, Forno elettrico), l'aria condizionata, l'illuminazione, ed altre piccole utenze, sono sufficienti 6 kW installati che, in un anno, possono fornire circa 5000 + 6000 kWh. Se non è presente l'aria condizionata, la lavastoviglie ed il forno elettrico, possono essere sufficienti 3 kW installati, con un consumo annuo di circa 3000 kWh, facendo però attenzione a non utilizzare nello stesso momento tutti gli elettrodomestici presenti.



C I. 2. - IN AMBIENTE INDUSTRIALE

In una industria la potenza necessaria per svolgere le attività previste dipende proprio da tali attività. Una piccola industria ha bisogno almeno di 20 - 50 kW installati, per un consumo annuo di circa 50.000 - 120.000 kWh,

Le grandi industrie, invece, in qualche caso, ritengono conveniente costruire una centrale elettrica di centinaia di MW di potenza all'interno del loro territorio perché il loro consumo di energia giustifica l'investimento.

C 2. - QUALE INQUINAMENTO PRODUCE

L'inquinamento prodotto dalle trasformazioni di energia dipende dalla fonte primaria che si vuole trasformare. Infatti, se si considerano i combustibili fossili, si ha l'inquinamento prodotto dalla reazione di combustione. Se si considera l'acqua, l'energia solare, l'energia eolica o l'energia nucleare si hanno gli inquinamenti tipici prodotti dalla trasformazione dell'energia primaria in essi contenuta nella nuova forma energetica.

C 2. 1. - DA COMBUSTIBILI FOSSILI

I combustibili fossili (petrolio, carbone e gas metano) per generare energia elettrica debbono utilizzare la reazione di combustione, pertanto l'inquinamento che essi producono è rappresentato dai prodotti di combustione che possono essere chiamati sinteticamente "gas serra". Essi sono composti principalmente da Anidride carbonica (CO_2), dagli ossidi di azoto denominati NO_x , dalle ceneri, dall'ossido di carbonio (CO) e dalla Anidride



Solforosa (SO₂). Con riferimento ad una centrale da 1000 MW equivalenti le fonti principali di inquinamento riguardano l'Anidride Carbonica, che varia da circa 4.4 a 6 milioni di tonnellate /anno, l'Anidride Solforosa, che varia da 21.000 a 31.000 tonnellate/anno, gli ossidi di azoto, da 8.000 a 18.000 tonnellate/anno rispettivamente per il petrolio ed il carbone. L'inquinamento termico per l'acqua e per l'aria è pari rispettivamente a circa 6.500 e a circa 2.000 Tcal/anno per tutti i combustibili fossili, con una tendenza a diminuire per le centrali a più alta efficienza. Per il carbone è necessario trovare anche la sistemazione a circa 230.000 tonnellate anno di rifiuti.

C 2. 2. - DA COMBUSTIBILE NUCLEARE

Il combustibile nucleare, per generare energia elettrica, non utilizza la reazione di combustione e pertanto non vengono prodotti gas serra. Quindi una centrale nucleare da 1000 MW non inquina l'ambiente con i gas serra. L'inquinamento termico in acqua di una centrale nucleare è superiore a quello generato dai combustibili fossili perché questo tipo di centrale ha una efficienza minore. Tale inquinamento in acqua e in aria è pari rispettivamente a circa 10.000 e a circa 800 Tcal/anno. Tale inquinamento tende a diminuire in quanto l'efficienza delle nuove centrali nucleari è più alta. La questione dei rifiuti radioattivi è già stata affrontata nei paragrafi precedenti.

C 2. 3. - DA ENERGIA SOLARE

L'energia solare produce energia elettrica senza utilizzare la reazione di combustione e, pertanto, come per l'energia nucleare, non genera inquinamento da gas serra. L'energia solare, al termine della vita utile delle celle al silicio, produce rifiuti speciali e tossici che occorre smaltire secondo precise regole. Essi, essendo sostanze chimiche, dureranno per sempre. Altro inquinamento che può essere addebitato alla energia



solare riguarda l'occupazione di enormi spazi per produrre l'equivalente di una centrale a combustibili fossili o nucleare.

C 2. 4. - DA ENERGIA EOLICA

L'energia eolica produce energia elettrica senza utilizzare la reazione di combustione e, pertanto, come per l'energia solare e l'energia nucleare, non genera inquinamento da gas serra. L'energia eolica può generare un inquinamento ambientale visivo dovuto alla presenza delle alte torri che sostengono le eliche. Esse sono visibili da grandi distanze e pertanto possono deturpare il paesaggio circostante. L'energia eolica produce un inquinamento acustico che può interessare grandi spazi e quindi, generalmente questi impianti vengono collocati in posti remoti, anche per utilizzare al meglio il vento presente alle alte quote. Sicuramente non sono da collocare in vicinanza di centri abitati. Per tali motivi necessitano di lunghe linee di trasporto dell'energia elettrica.



C 3. - COME SI PUÒ RISPARMIARE ENERGIA

Le forme di risparmio energetico sono principalmente tre: la prima si riferisce ad un risparmio vero da parte dell'utilizzatore che non consuma energia per motivi futili o per attività inutili; la seconda si riferisce alle modalità di trasformazione dell'energia che possono essere più o meno efficienti a seconda delle reazioni di trasformazione che si utilizzano; una terza forma è costituita dalla realizzazione di macchinari che, per svolgere lo stesso lavoro, necessitano di minore energia. Un esempio di ciò è quello relativo alle lampade per illuminazione a basso consumo.

Ai fini del risparmio va comunque subito evidenziato che, nel bilancio

globale, va conteggiata tutta l'energia che viene utilizzata per trasformare una fonte primaria, anche, ad esempio, l'energia che consumano gli operatori per operare la trasformazione e l'energia che viene utilizzata per avere a disposizione i mezzi di trasformazione. Ad esempio occorre valutare se l'energia che viene restituita dalla fonte energetica all'uomo è superiore all'energia che si è resa necessaria per produrre gli impianti o le centrali che utilizzano quella fonte. Ciò è tanto più da considerare quanto più la quantità di energia prodotta dalla singola apparecchiatura è piccola. Ciò introduce il concetto di densità energetica associata alla efficienza di trasformazione. Ad esempio, l'energia nucleare da fissione ha, finora, la più alta densità energetica esistente sulla terra. Essa sarà superata, secondo le previsioni attuali, solamente dalle centrali nucleari a fusione, la cui commercializzazione non è attualmente prevedibile in quanto non è stato ancora costruito un impianto prototipo perché non ancora tecnicamente possibile. Attualmente si può dire che la fonte nucleare da fissione, considerando tutto il ciclo produttivo, è 100.000 volte più concentrata dei combustibili fossili.

C 4. - PER QUANTO TEMPO SARÀ DISPONIBILE L'ENERGIA

Il tempo di disponibilità di una fonte energetica dipende dalla quantità che la natura ha creato fino ad oggi e che mette a disposizione dell'umanità. Esistono per tali valutazioni due tipi di energia:

- l'energia cosiddetta rinnovabile;
- l'energia che viene consumata e che una volta finita la materia prima non è più disponibile.

Occorre anche tenere presente un altro parametro: quante Nazioni oggi consumano quella fonte energetica e quante altre Nazioni utilizzeranno la stessa in futuro. Oggi l'energia in generale è utilizzata non da tutta l'umanità e non nello stesso modo intensivo da tutte le Nazioni. È ovvio che

non si può impedire ad una Nazione o ad un popolo di migliorare il proprio tenore di vita vietandogli l'accesso alle fonti energetiche che oggi vengono utilizzate. Pertanto la durata delle fonti energetiche oggi disponibili è molto difficile da prevedere, non potendo prevedere lo sviluppo industriale e umano che avverrà nel futuro. Una stima attuale prevede che i combustibili fossili saranno sufficienti per altri 60 anni, il combustibile nucleare per altri 300 anni con l'attuale tipologia di centrali nucleari. L'energia nucleare che utilizza la reazione di fusione è prevedibile essere inesauribile, però occorre arrivare a costruire centrali di tale tipo. Ad oggi ciò non è prevedibile con una sufficiente certezza.

Le fonti rinnovabili quali l'energia solare e l'energia eolica non finiranno mai, ma già oggi non sono sufficienti a soddisfare le esigenze dell'umanità sia per la loro discontinuità di disponibilità durante l'anno sia per la loro densità energetica. Si potrebbero ricoprire tutti gli spazi desertici con pannelli solari, ma sulla terra c'è abbastanza silicio per realizzare impianti così grandi e abbastanza materiale per trasportare l'energia elettrica dal luogo di produzione al luogo di utilizzo? Il trasporto dell'energia elettrica per distanze enormi non è sempre conveniente in quanto, durante il trasporto ci sono perdite di energia, in funzione della distanza percorsa, che possono rendere inutile il trasporto stesso.



D - Parco tecnologico e glossario

D 1. Sviluppo sinergico delle fonti energetiche

D 2. Definizione di unità energetiche

Unità di energia elettrica = kWh (chilowattora).
Per avere una cognizione di quanto sia grande un kWh (1kWh) si può dire che l'energia espressa da 1 kWh è paragonabile a quella che viene generata da un metro cubo di acqua (mille litri) che precipita da una altezza di 360 metri.

Unità di energia meccanica = J (Joule)
L'energia di 1 J è equivalente alla energia necessaria per sollevare di 1 metro una piccola mela di circa 100 grammi. Essa è molto piccola, infatti l'energia di 1kWh equivale a 3.600.000 J.

Unità di energia termica = cal (caloria)
La quantità di energia molto piccola necessaria per innalzare la temperatura di 1 grammo d'acqua per far

D I. - SVILUPPO SINERGICO DELLE FONTI ENERGETICHE

I problemi posti dall'inquinamento provocato dalle risorse energetiche, siano esse fossili (petrolio, carbone, gas, biomasse), siano esse rinnovabili (solare, vento, idrico), siano esse prive di generazione di gas serra (nucleare da fissione, nucleare da fusione), potrebbero trovare una risposta comune se venissero studiati da gruppi di scienziati e tecnici esperti nelle varie discipline energetiche, mettendo in comune le reciproche conoscenze, esperienze e professionalità.

Si presenta oggi in Italia una occasione unica nello scenario energetico internazionale, perché nel nostro paese non sono state fatte scelte energetiche difficilmente reversibili come in Francia (ha adottato l'energia nucleare come fonte unica di produzione di energia elettrica) o in altri paesi che si trovano di fronte a decisioni di scelta energetica guidata da interessi contrastanti. Ognuno di questi interessi, pur essendo validi al proprio interno, pecca della mancanza di un coordinamento scientifico a livello globale per soluzioni che ottimizzino costi, tempi e raccordi tra un'epoca e la successiva. La soluzione del problema energetico va affrontata a livello internazionale unendo gli sforzi di tutti. Un esempio ci viene dalla natura: una singola goccia d'acqua non rappresenta né un pericolo né una soluzione, ma, quando tutte le gocce del mare e del cielo assieme al vento si muovono nella stessa direzione, pongono un problema energetico che non può essere contrastato da nessuno.

Pertanto in Italia si presenta l'opportunità di creare un insieme armonico di attività che potremmo chiamare "Parco Tecnologico" nel quale scienziati, tecnici, operatori, sia italiani che stranieri, possono affrontare tutti insieme i diversi problemi che la trasformazione delle fonti primarie di energia in fonti energetiche sfruttabili dall'umanità pongono. È necessario, quindi, fare ricerca, studiare tecnologie, progettare soluzioni energetiche, trovare risposte adeguate all'inevitabile inquinamento prodotto dalle trasformazioni delle fonti primarie, al fine di creare le migliori condizioni di vita e dare a tutti la possibilità di utilizzare l'energia necessaria ai propri fabbisogni, producendo tale energia senza provocare danni irreversibili alla natura.

L'ambiente naturale pone limiti di accettabilità dell'inquinamento commisurati alla esistenza della vita umana, pertanto l'inquinamento va distribuito in maniera intelligente all'interno di quei "pozzi" messi a disposizione dalla natura. Ad esempio l'inquinamento da anidride carbonica non si ritiene oggi nocivo se mantenuto al di sotto di definite concentrazioni, l'inquinamento chimico non si ritiene nocivo se i vari elementi non eccedono le proprie concentrazioni paragonabili a quelle presenti in natura, l'inquinamento radioattivo non si ritiene nocivo se la radioattività aggiuntiva non supera una frazione della radioattività già presente sul pianeta. Inoltre va considerato che vi sono elementi che scompaiono con il passare del tempo e quindi i limiti consentiti sono limiti dinamici e non statici. Ad esempio, l'anidride carbonica viene assorbita e trasformata dalle piante e quindi il suo "pozzo", citato prima, si svuota con il passare del tempo e può essere reintegrato, la radioattività per sua natura decade e quindi il suo "pozzo" si svuota nel tempo e può essere reintegrato, altri elementi chimici rimangono inalterati nel tempo e vanno controllati più attentamente creando trattamenti che li isolino eliminandoli dalla natura.

Nel "Parco Tecnologico", pertanto, si potranno studiare le dinamiche di svuotamento dei "pozzi" e mettere a punto le tecnologie che isolano gli elementi inquinanti che la natura non riesce a smaltire. In tale Parco potrà essere presente un deposito nel quale vengono conservati tutti gli elementi che è necessario isolare dalla natura, sia chimici che radioattivi.

Ogni nazione potrà creare un "Parco Tecnologico" che dovrà essere in stretto collegamento con tutti gli altri sia per scambiare esperienze e tecnologie, sia per trattare in modo coordinato tutto ciò che può essere nocivo per la salute umana.

D 2. - DEFINIZIONE DI UNITÀ ENERGETICHE

Quando si tratta di energia, si è visto nei capitoli precedenti che occorre introdurre dei simboli matematici per poter misurare le varie grandezze fisiche che ci permettono di fare i calcoli dell'energia che viene utilizzata nelle varie attività.

Nel seguito vengono date delle definizioni che permettono di avere una visibilità pratica della grandezza che si sta utilizzando.

Unità di energia elettrica = kWh (chilowattora).

Per avere una cognizione di quanto sia grande un kWh (1kWh) si può dire che l'energia espressa da 1 kWh è paragonabile a quella che viene generata da un metro cubo di acqua (mille litri) che precipita da una altezza di 360 metri.

Unità di energia meccanica = J (Joule)

L'energia di 1 J è equivalente alla energia necessaria per sollevare di 1 metro una piccola mela di circa 100 grammi. Essa è molto piccola, infatti l'energia di 1kWh equivale a 3.600.000 J.

Unità di energia termica = cal (caloria)

Una cal è una quantità di energia molto piccola. Una cal è l'energia necessaria per innalzare la temperatura di 1 grammo di acqua di 1 °C. Infatti per far bollire 1 litro di acqua partendo da acqua alla temperatura di 0°C (acqua fredda) occorrono 100.000 cal che possono essere rappresentate come segue: 100 kcal (chilocaloria).

L'unità di energia meccanica (Joule) è più piccola della unità di energia termica (caloria). Infatti 1 cal equivale a 4,184 J.

Occorre fare molta attenzione a non confondere la potenza con l'energia. Infatti la potenza si esprime in Watt (W) che equivale alla energia di 1 J che si sviluppa in 1 secondo. Si definisce una relazione fra potenza ed energia dicendo che l'energia è una potenza moltiplicata per il tempo che viene utilizzata. Ad esempio 1kWh equivale a 1000 Joule moltiplicati per 1 ora, cioè 3600 secondi e quindi 1kWh equivale a $1000 \times 3600 = 3.600.000$ J.



La FLAEI, Federazione dei Lavoratori delle Aziende Elettriche Italiane aderente alla CISL, è nata nel 1949. La FLAEI ha una identità valoriale profonda, fondata su solidarietà, rispetto della dignità della Persona, autonomia e indipendenza. La FLAEI ha sempre privilegiato la via della dialettica e della difesa dei lavoratori alla lotta di classe, mirando ad un ruolo partecipativo nelle Aziende e nel confronto con le Istituzioni. <http://www.flaei.org>



L'Associazione Ambiente e Società opera senza fini di lucro con l'obiettivo di diffondere la cultura Sociale, Economica, Politica, Ambientale ed Energetica. L'Associazione organizza dibattiti, convegni, interventi e pubblicazioni veicolati sui media. Ha sottoscritto un protocollo d'intesa con la FLAEI CISL. <http://www.associazioneambientesocieta.it/as/>



FareAmbiente - Movimento Ecologista Europeo è un'associazione di Protezione Ambientale nata dall'esigenza di creare un ambientalismo positivo lontano dai no a priori che hanno caratterizzato gran parte dell'ambientalismo tradizionale. Ha promosso numerose iniziative sulla mobilità sostenibile, il risparmio energetico, l'educazione ambientale, la tutela del consumatore. Ha sottoscritto un protocollo d'intesa con la FLAEI CISL. <http://www.fareambiente.it>

FONDAZIONE La Fondazione Enérgeia, costituita nell'ottobre 1994, opera senza fini di lucro allo scopo di promuovere "la crescita culturale e morale dei lavoratori", sviluppando attività di ricerca e formazione degli attori sociali, con particolare attenzione alle iniziative di istruzione e formazione del "quadro dirigente" della FLAEI-CISL. Ha organizzato due edizioni del Festival Internazionale del Lavoro nella Società Globale. Pubblica, con l'Editore Rubbettino, la Rivista Sindacalismo.

Mario Di Pillo Ingegnere nucleare, ha svolto gran parte della sua attività in ENEL occupandosi degli aspetti tecnico-economici degli impianti elettronucleari e, a seguito della fuoriuscita dell'Italia dal settore nucleare, di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e da cogenerazione, nonché della promozione dell'efficienza e dell'uso razionale dell'energia. È stato membro di Commissioni ministeriali per la valutazione tecnico-economica di progetti finalizzati all'efficientamento di processi produttivi industriali. Con il Comune di Roma ha collaborato alla realizzazione della Biblioteca elettronica "Per saperne di più", sui temi del risparmio energetico e dell'uso razionale dell'energia. Con l'Università di Coimbra, ha partecipato alla realizzazione dello studio "Improving the Penetration of Energy-Efficient Motors and Drives". Ha collaborato con il Gruppo EROGASMET Spa per lo sviluppo di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili e da cogenerazione, nonché per l'implementazione di campagne promozionali sul risparmio energetico.

Angelo Antonio Papa Laureato in ingegneria nucleare e in ingegneria meccanica, ha fatto parte giovanissimo, del gruppo di progetto del CISE per la realizzazione del reattore nucleare CIRENE. In ENEL ha collaborato alla costruzione delle centrali nucleari di Caorso e di Montalto Castro e all'adeguamento, sotto l'aspetto della sicurezza, delle centrali di Gargliano, Latina e Trino Vercellese. È stato docente presso le Università di L'Aquila, di Cassino, di Roma (la Sapienza e Roma tre), del Politecnico di Milano e presso la Scuola Militare di Roma del Corpo dei Trasporti. Ha partecipato a Comitati tecnici per la elaborazione della normativa nucleare, nazionale e internazionale, in ambito elettrico e di misura delle radiazioni. In SOGIN ha ricoperto l'incarico di Direttore Tecnico per la gestione del combustibile nucleare e della sicurezza delle centrali in smantellamento. Ha prestato la sua opera presso il Ministero dello Sviluppo Economico in qualità di Capo Divisione elettronucleare. Attualmente è Presidente della Commissione Nucleare dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma. È autore di numerose pubblicazioni scientifiche e didattiche.

