

# ENERGIA PER NOI

Percorso didattico per gli alunni  
delle istituzioni scolastiche





# **ENERGIA per NOI**

**Capire l'Energia p. 4**

**le Forme p. 8**

**un po' di Storia p. 12**

**le Fonti p. 16**

**Nord - Sud p. 20**

**Misurare l'Energia p. 22**

**Energia e Sviluppo p. 26**

**Usi e Consumi p. 28**

**Energia e Inquinamenti p. 30**

**Risparmio Energetico p. 34**

**Energie e Nuove tecnologie p. 38**

**Macchine energetiche p. 40**

**Trasportare l'Energia p. 50**



Da anni c'è rinnovato interesse da parte di governi e mondo economico verso lo sfruttamento più consapevole delle risorse energetiche. L'iniziale motivazione di natura economica (costo delle materie prime) e politica (roppoorto con i Paesi fornitori) è stata sempre più affiancata dalla crescente preoccupazione degli effetti che la combustione di risorse fossili può avere sul clima, tenuto conto delle problematiche legate alle fonti nucleari.

Sappiamo che le riserve mondiali di petrolio e gas cominciano a scarseggiare e l'offerta non sembra accontentare una domanda in continua crescita. Di conseguenza "crisi energetica e climatica" sono diventate priorità sociali.

Per tutte queste ed altre considerazioni, il nostro modello di società e le conseguenze dirette ed indirette sulla nostra vita quotidiana aprono un delicato dibattito ormai a livello mondiale.

**Occorre maggior risparmio energetico ed efficienza nell'utilizzo di fonti di energia ed è necessario privilegiare quelle rinnovabili.**

Il percorso didattico che APE ha ritenuto di fornire agli alunni delle istituzioni scolastiche, mutuando un precedente progetto promosso da vari Enti e soggetti, riassume i concetti di base per capire la realtà energetica in cui siamo inseriti e da cui dipendiamo. La comprensione delle varie tecnologie è facilitata anche attraverso possibili esperienze di laboratorio.

Per migliorare l'uso ed "abbattere l'abuso" energetico – *l'energia che costa meno è quella non consumata!* - è necessario capire come l'energia si produce, si trasforma da una forma all'altra, in che modo viene immagazzinata nell'ecosistema, come viene usata nel sistema produttivo e in che misura il sistema economico e sociale definisce "il da farsi" del bene energia.

E' evidente inoltre come la "didattica dell'energia", agganciata direttamente alla promozione di un utilizzo razionale, stabilisca un collegamento formidabile e funzionale tra scuola e società.

capire l'energia

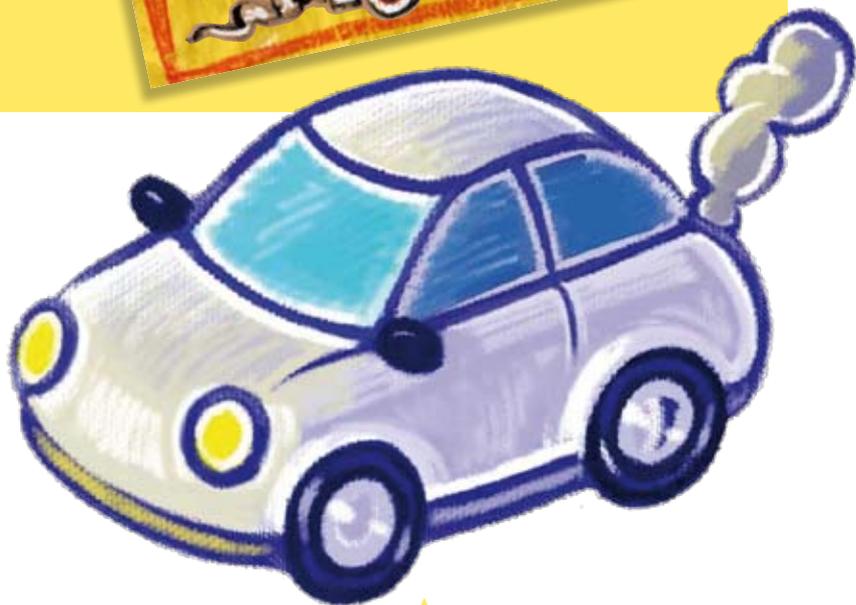
energia = ?

Provate a dare una definizione  
della parola ENERGIA...  
non è facile, vero?

Eppure abbiamo a che fare con l'energia sempre:  
ogni azione che viene compiuta,

da noi come da ogni altro essere vivente  
o non vivente, ha bisogno di una spinta,  
cioè di una forma di energia che la renda possibile.

Cresciamo e giochiamo grazie all'energia contenuta  
nel cibo, mentre l'auto si sposta grazie a quella  
contenuta nel petrolio.



# 1

## Energia = ?



Ci sono tanti modi per definire l'energia, gli scienziati lo fanno descrivendo quello che **l'energia** fa: dicono infatti che è la *capacità di compiere un lavoro*. Questa definizione fa parte anche della nostra esperienza quotidiana: per salire le scale dobbiamo fare un lavoro contro la forza di gravità e abbiamo bisogno di energia.

Qualunque azione o movimento di esseri viventi o di oggetti inanimati sono possibili solo grazie all'energia; *senza, non ci sarebbe vita*. La vita ed i suoi processi, infatti, sono basati sulla trasformazione, l'utilizzazione, l'immagazzinamento ed il trasferimento dell'energia.

Senza nemmeno pensarci, interagiamo ogni giorno con molte delle diverse forme di energia che esistono: quella meccanica (o cinetica), gravitazionale, chimica, termica, radiante (le onde elettromagnetiche), elettrica, nucleare, elastica. L'energia può passare da una forma all'altra, questa è una caratteristica molto importante per noi, che per esempio trasformiamo l'energia chimica della legna in energia termica (il calore che esce dalla stufa!), o ancora, trasformiamo il calore in energia meccanica: è quello che succede in una centrale termoelettrica dove il calore produce vapore acqueo in pressione che muove una turbina che poi genera energia elettrica.

Un'altra caratteristica molto importante dell'energia è che a volte si può conservare: quando utilizziamo i combustibili

fossili per riscaldare le nostre case o per far muovere le automobili, sfruttiamo l'energia chimica che organismi come alberi e alghe hanno accumulato attraverso la fotosintesi milioni di anni fa!!



capire l'energia

Guardatevi attorno e vedrete che ogni cosa è fatta usando ENERGIA.

Tutte le nostre attività sono possibili perché c'è energia. Qual è la forma di energia più semplice, che poi è anche la prima usata dall'uomo preistorico?

Già, proprio quella dei nostri



## MUSCOLI

L'uomo, per sopravvivere, ha bisogno di cibo ma anche dell'energia necessaria a far funzionare tutto ciò che gli sta attorno: l'auto, gli elettrodomestici, il riscaldamento, e tutto il resto. Continua tu qui



# 2

## Guardatevi attorno e vedrete che ogni cosa è fatta usando ENERGIA

Come faremmo senza l'energia?

Se pensiamo alle nostre case, ci rendiamo conto che **di energia ne usiamo davvero tanta!** Il tostapane, il forno, il frigo e tutti gli altri elettrodomestici non funzionerebbero senza l'energia elettrica. Ci prepariamo i pasti grazie all'energia chimica del metano, che nei fornelli viene trasformata in calore. La stessa cosa avviene nella caldaia che ci permette di riscaldare la casa. E quanti tipi di energia usiamo nel nostro corpo?

L'energia che fa muovere i nostri muscoli è quella meccanica. Ma come ce la procuriamo? Nel nostro organismo, l'energia chimica contenuta nel cibo viene in parte trasformata in energia termica, permettendoci di mantenere una temperatura corporea di circa 37°C, e in parte in altra energia chimica che si accumula nelle cellule. Quando il nostro cervello lo comanda, questa "scorta" viene trasformata in energia meccanica; il comando si propaga attraverso segnali che vanno dal cervello ai muscoli, sfruttando un altro tipo di energia: quella elettrica.



## 3

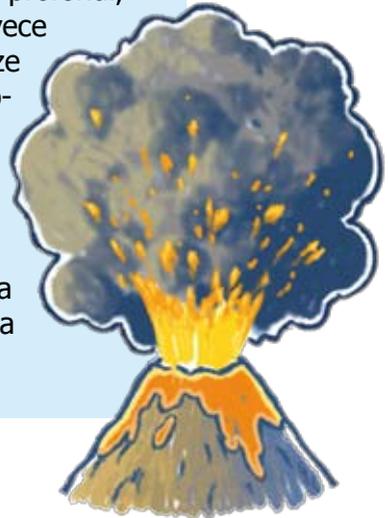
### Secondo voi sarebbe possibile la vita senza sole?

*Di per sè l'energia non può essere prodotta né consumata...* ma da dove arriva allora tutta quella che usiamo sulla Terra? Quasi tutte le forme di energia che conosciamo e utilizziamo sono direttamente o indirettamente legate al sole. Esso illumina, riscalda e fornisce, sotto forma di onde elettromagnetiche (energia radiante), la maggior parte dell'energia utilizzata da ogni forma vivente, vegetale, animale o umana. In certi casi questo è facilmente intuibile, basti pensare all'**energia solare** che viene trasformata in energia elettrica dai pannelli fotovoltaici, il nome ce ne svela la fonte. Ma per quanto riguarda le altre forme di energia, non sempre il legame con il sole è ovvio: i combustibili fossili, che per noi sono fonti di energia chimica e che provengono da giacimenti spesso molto profondi, sembrano qualcosa di molto lontano dal sole! E invece derivano dalla trasformazione geologica di sostanze organiche prodotte mediante la fotosintesi, un processo chimico che avviene nei vegetali proprio grazie alla luce del sole.

L'**energia eolica** è generata dall'energia cinetica del vento. Ma il vento che cos'è? È lo spostamento di masse d'aria causato da differenze di temperatura e di pressione dovute alla distribuzione disomogenea



già



## le forme

### Secondo voi sarebbe possibile la vita senza sole?



Il 99% dell'energia presente sul nostro pianeta viene dal sole, ma essa si presenta in forme molto diverse. Anzi continuamente si trasforma da un tipo ad un altro. Perciò per distinguerli usiamo degli aggettivi.

**energia termica**  
(o calore) è quella che "sentiamo" dal termosifone, che ci riscalda quando siamo infreddoliti.

**energia meccanica**  
(o cinetica) è la forza che sentiamo nei muscoli e che usiamo per correre o per alzare dei pesi. L'energia idraulica, eolica, da biomassa che vengono da.... continua tu!

Da dove prendiamo l'energia meccanica che ci consente in questo momento di stare in piedi e camminare?

del calore solare.

Anche l'**energia idraulica** non ci sarebbe se il sole non facesse evaporare l'acqua da mari e oceani dando così inizio al ciclo dell'acqua! L'**energia da biomassa** (legno, olii vegetali, materie organiche) è energia chimica che deriva dalla fotosintesi.

Ci sono anche delle forme di energia che conosciamo e sfruttiamo, che non sono vincolate all'irraggiamento solare: l'**energia nucleare**, l'**energia geotermica**, dovuta al calore del nucleo terrestre, e quella delle **maree**, che sono influenzate dall'energia gravitazionale della Luna.

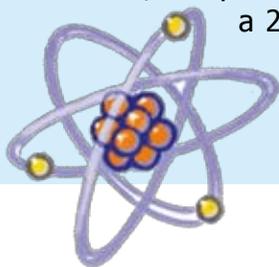
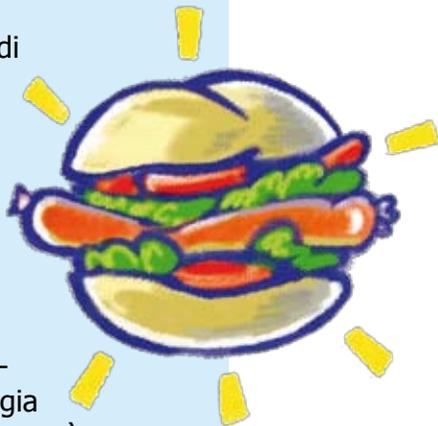


## 4

### Energia dai panini?

Pur avendo a che fare con le diverse forme di energia quotidianamente, non sempre sapremo darne una definizione precisa. Per esempio, quanti saprebbero definire l'**energia chimica**, quella che il nostro organismo ricava dal cibo? È una forma di energia che si trova nei legami chimici esistenti tra i diversi atomi delle molecole di grassi e zuccheri, e tra le molecole stesse. Durante la digestione avvengono delle reazioni chimiche in cui i legami si modificano comportando variazioni di energia; l'energia liberata viene utilizzata dal nostro organismo che può sfruttarla subito, per esempio per mantenere costante la temperatura corporea, oppure può accumularla come riserva.

L'**energia elettrica** che tanto utilizziamo, è legata agli elettroni contenuti negli atomi. Questi sono cariche che, muovendosi in un conduttore (ad esempio un filo elettrico), producono la corrente elettrica. Un fenomeno naturale molto spettacolare, che produce una enorme quantità di energia elettrica in un tempo ridottissimo, è il fulmine. Una forma di energia molto discussa è quella **nucleare**. Si ricava dagli atomi di alcuni elementi chimici e per questo è detta anche energia atomica. L'elemento più utilizzato è l'Uranio perché i nuclei dei suoi atomi – se colpiti da un neutrone – si dividono in due parti quasi equivalenti. Questo processo, chiamato reazione nucleare di fissione, produce una quantità di energia enorme, fino a 2200 volte superiore a quella che si otterrebbe bruciando una equivalente quantità di petrolio. Questa energia, liberata



le forme

## ENERGIA dai panini?



Si, è l'**energia chimica** cioè quella contenuta nelle molecole degli zuccheri, dei grassi, dei cibi che mangiamo, ma anche quella del petrolio, perché si libera o si trasforma grazie a reazioni chimiche. Poi in natura esiste anche

## l'energia elettrica



che vi dovrebbe essere molto familiare perché è quella che fa funzionare luci ed elettrodomestici.

## E ancora l'energia nucleare

(o atomica), ovvero quella conservata nel nucleo degli atomi, di cui si discute molto. Vi siete mai sentiti parlare?



come calore (energia termica), produce vapore che aziona turbine e generatori di energia elettrica. A livello mondiale sono in esercizio circa 450 centrali nucleari in 31 Paesi.\*

Il grande problema di questa energia, oltre al rischio di incidenti, è quello inevitabile delle "scorie nucleari", il combustibile esausto che si forma all'interno dei reattori nucleari nel corso dell'esercizio. Le migliaia di tonnellate di scorie prodotte annualmente, che rimangono radioattive per tempi lunghissimi, devono essere trattate in maniera attentissima e stoccate in depositi speciali, con costi enormi ed elevati rischi per la salute di tutti.

\* (Dati aggiornati al 2005; circa 110 sono le centrali nucleari dismesse e una trentina sono quelle in costruzione)

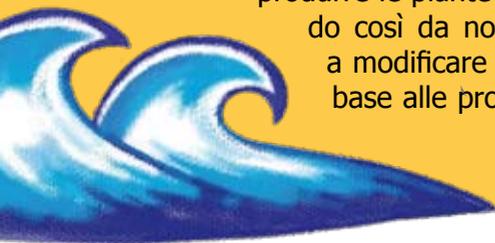
# 5

## Le prime forme di energia...

I cosiddetti "uomini primitivi" vivevano utilizzando l'energia in modo del tutto inconsapevole. Si affidavano infatti alla forza muscolare, potenziata da pochi semplici strumenti, come bastoni e lance rudimentali e non erano in grado di contrastare gli elementi della natura, difendersi dagli animali predatori ecc. Con la scoperta del fuoco, universalmente riconosciuta come la prima vera rivoluzione dell'uomo, i nostri antenati sono riusciti a controllare e a sfruttare a proprio vantaggio una forma di energia. Questa "semplice" scoperta ha dato un fortissimo impulso al loro sviluppo fisico, sociale e culturale. Il fuoco ha permesso agli uomini di tenere lontani gli animali e di difendersi dal freddo, ottenere oggetti in metallo, terracotta e vetro; inoltre poter illuminare le caverne ha favorito le prime manifestazioni artistiche: le pitture rupestri; la carne cotta si conservava più a lungo, inoltre era più tenera e i muscoli masticatori si ridussero, addolcendo i lineamenti. Il fuoco divenne un punto di ritrovo, intorno al quale mangiare insieme e, probabilmente, raccontare episodi di caccia, rafforzando i legami familiari e le amicizie.



La seconda grande rivoluzione è stata l'invenzione dell'agricoltura. L'uomo capì che era possibile "indurre" la terra a produrre le piante di cui si nutriva, diventando così da nomade a stanziale. Imparò a modificare il territorio in cui viveva in base alle proprie esigenze, ad esempio



un po' di storia

La prima forma di energia usata è stata quella muscolare poi potenziata dall'invenzione di semplici strumenti.

La scoperta del

**FUOCO**

è fondamentale.

Perché? Perché sfrutta energia chimica

e la trasforma in calore che permette di cuocere e conservare i cibi, di produrre vetro e tante cose.

Con l'invenzione dell'agricoltura (rivoluzione neolitica) si ottiene un modo per "raccogliere" l'energia solare a terra. Più tardi si iniziano a sfruttare il vento e l'acqua: nascono così le più semplici ruote ad acqua ed i mulini a

deviando i corsi d'acqua per irrigare le coltivazioni. Con il tempo, dell'acqua imparò a utilizzare anche la forza (l'energia cinetica), successivamente anche quella del vento, per macinare i cereali e azionare macchine prima rudimentali, poi sempre più efficienti, migliorando progressivamente la qualità della propria vita.



# 6

## Dal 1600 si utilizza il carbone...

Per secoli le uniche fonti rilevanti di energia utilizzate dall'uomo sono state l'acqua e il vento. La prima grande innovazione in campo energetico è stata compiuta con l'invenzione della macchina a vapore, alimentata a carbone, combustibile che da quel momento è divenuto una importante e abbondante fonte di energia. Tra la fine del '600 e l'inizio del '700 vennero costruiti diversi tipi di macchine a vapore; la prima ad essere utilizzata in modo diffuso, anche se non era troppo efficiente, fu quella di Thomas Newcomen (1663-1729); tale macchina, tramite uno stantuffo, azionava una pompa. Veniva usata per pompare l'acqua fuori dalle miniere di carbone. Poco tempo dopo, lo scozzese James Watt (1736-1819), partendo dall'idea di migliorare il motore di Newcomen, realizzò una serie di importanti innovazioni, che portarono allo sviluppo della macchina a vapore moderna. Queste macchine trovarono subito impiego nell'industria, nel settore tessile e metallurgico. Proprio grazie alle nuove macchine e ai combustibili fossili, in Inghilterra si ebbe una trasformazione che coinvolse rapidamente gli altri paesi: l'agricoltura smise di essere la principale attività produttiva e il suo posto fu preso dall'industria. Era la prima **"rivoluzione industriale"**.





All'inizio dell'800, l'americano Robert Fulton (1765-1815) progettò il primo battello a vapore, che fu presto in grado di effettuare la traversata dell'Atlantico in un terzo del tempo impiegato dalle navi tradizionali. Questo rivoluzionò il sistema dei trasporti, si diffusero anche le locomotive a vapore e da quel momento fu possibile coprire grandi distanze in poco tempo, dando un forte impulso al commercio fra diversi paesi, facilitando le comunicazioni e il trasporto di passeggeri. L'energia del vapore aveva impresso al progresso un'accelerazione mai sperimentata prima.

Circa un secolo dopo, l'invenzione del motore a scoppio ha reso possibile l'uso dei combustibili liquidi derivati dal petrolio. Ciò ha consentito un ulteriore sviluppo dell'industria, dei trasporti e delle ferrovie.

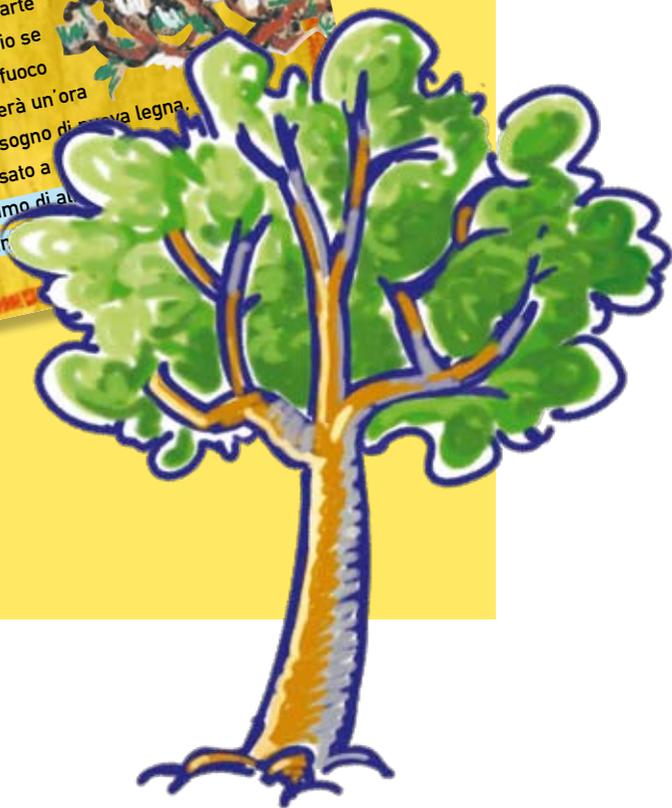
# le Fonti

## le fonti

Tutte le forme di energia utilizzate dall'uomo si possono ottenere dall'utilizzo di "elementi" naturali che vengono chiamati **FONTI ENERGETICHE**.

Queste si dividono in **rinnovabili** e **non rinnovabili** (o esauribili).

a seconda del rapporto che c'è tra il tempo di fissazione dell'energia solare da parte della natura e quello del suo consumo da parte dell'uomo. Ad esempio se ci scaldiamo con un fuoco di legna questo durerà un'ora circa, poi ci sarà bisogno di nuova legna, ma avete mai pensato a ha messo quel ramo di al  
E se usassimo un



# 7

## Fonti rinnovabili e non rinnovabili

Le fonti di energia rinnovabili sono quelle che non si esauriscono con l'uso poiché si rinnovano continuamente: sole, vento, onde, correnti e maree, energia geotermica, biomasse e, purtroppo, rifiuti urbani possono essere considerati inesauribili (o quasi). Per completare questa definizione bisogna però considerare anche la componente temporale: la differenza tra le fonti rinnovabili e quelle non rinnovabili infatti si basa anche sul rapporto tra il tempo necessario alla rigenerazione della fonte e la velocità del suo utilizzo.

Ad esempio, i combustibili fossili, che hanno bisogno di tempi geologici per la loro riproduzione, sono consumati ad una velocità tale da essere considerati una risorsa non rinnovabile; il legname prodotto da foreste o boschi "coltivati", invece, è classificato tra le fonti rinnovabili perché si rispettano i tempi di ricrescita naturale del bosco.

A livello mondiale, l'attuale situazione energetica vede uno sfruttamento significativo di due sole fonti energetiche rinnovabili: idroelettrica e da biomassa. Il resto dell'energia è prodotto principalmente da fonti non rinnovabili: i combustibili fossili e il nucleare da fissione.



# le Fonti

**le fonti**

Le fonti **ENERGETICHE RINNOVABILI** sono i raggi del sole, il vento, l'acqua, le maree, la geotermia, ossia il calore presente all'interno della terra e le biomasse, cioè tutta la materia organica di origine vegetale e animale, (quindi anche il letame!).

Da queste fonti si ricavano le energie alternative.

Ne avete mai sentito parlare?

FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI 2002  
(Fonte: ENEA, Rapporto Energia e ambiente, 2003)

7.5% GEOTERMICO

20.3% LEGNA

33% IDROELETTRICO

Quelle **NON RINNOVABILI** sono i combustibili fossili (carbone, petrolio, gas naturale), che sono in quantità limitata ed hanno impiegato migliaia di anni per prodursi, ma che noi usiamo in grande quantità e velocità. Alcuni studi dicono che, ai ritmi attuali di consumo, il petrolio si esaurirà in 40-60 anni, il gas in 60-80 anni, il carbone in poco più di 200 anni.

**E allora, come si farà?**

Energia da rinnovabili in equivalente fossile sostituito. Anni 2000-2004 (ktep)

Fonti Energetiche	2000	2001	2002	2003	2004
Idroelettrico <sup>1</sup>	9.725	10.298	8.694	8.068	9.404
Eolico	124	259	309	321	406
Fotovoltaico	4	4	4	5	6
Solare Termico	11	11	14	16	18
Geotermia	1.248	1.204	1.239	1.388	1.409
Rifiuti	461	721	818	1.038	1.305
Legna ed assimilati <sup>2</sup>	2.344	2.475	2.489	2.814	3.300
Biocombustibili	95	146	189	255	280
Biogas	162	196	270	296	335
Totale	14.173	15.314	14.026	14.202	16.463

<sup>1</sup> Solo energia elettrica da apporti naturali valutata a 2.200 kcal/kWh

<sup>2</sup> Non include risultato indagine ENEA sul consumo di legna da ardere nelle abitazioni

Fonte: elaborazione ENEA su dati di origine diversa

# 8

## Tutte le forme di energia utilizzate...

Un aspetto molto importante delle fonti rinnovabili è che, per quanto riguarda il rilascio di inquinanti nell'aria e nell'acqua, hanno un impatto ambientale praticamente nullo o comunque notevolmente inferiore a quello delle fonti energetiche tradizionali; inoltre l'utilizzo di territorio, anche se vasto, è temporaneo e generalmente non provoca effetti irreversibili né richiede costosi processi di ripristino.

Quando si parla di fonti energetiche spesso si usano indistintamente i termini "alternative" o "rinnovabili", ma non hanno lo stesso significato. La differenza tra i due aggettivi sta nell'attenzione all'ambiente. Le fonti rinnovabili sono sempre alternative? Per capire meglio, consideriamo la fonte rinnovabile più utilizzata: l'energia idroelettrica. Le centrali che trasformano l'energia cinetica dell'acqua in energia elettrica e la distribuiscono agli utenti sono molto grandi, hanno notevoli impatti sui corsi d'acqua utilizzati e sono generalmente caratterizzate da forti sprechi. A queste condizioni non può certo essere considerata un'energia alternativa, ovvero attenta alle conseguenze per l'ambiente!

Esistono però piccoli impianti idroelettrici che producono energia sufficiente a soddisfare le richieste locali senza danneggiare i corsi d'acqua e con sprechi ridotti, che sono stati progettati pensando più ad una interazione con l'ambiente che non ad una sua modifica. L'energia idroelettrica oltre che rinnovabile diventa in questo senso anche "alternativa".

Attualmente le fonti di energia rinnovabili non potrebbero sostituirsi del tutto a quelle tradizionali perché insufficienti a soddisfare il fabbisogno energetico nazionale, che si aggira intorno ai 195 Mtep/anno ma potrebbero essere complementari. (Mtep= milioni di tonnellate equivalenti)



# 9

## Nord - Sud

Per convenzione, quando si parla di nord e sud del mondo, si fa una distinzione più economica e sociale che geografica; nell'emisfero settentrionale, infatti, si trovano quasi tutti i Paesi "sviluppati" mentre la maggior parte delle nazioni povere sono in quello meridionale.

Se si suddividono anche i consumi energetici, risulta evidente la disparità tra le due metà del pianeta: i consumi elettrici pro capite dei Paesi del nord sono oltre 14 volte superiori a quelli dei Paesi a basso reddito. L'Italia, da sola, consuma più energia di tutta l'Africa. Negli ultimi decenni i consumi dei Paesi industrializzati, già nettamente superiori a quelli del sud del mondo, sono aumentati ulteriormente, del 40% secondo l'UNDP, Programma delle Nazioni Unite per lo Sviluppo. A questo si aggiunga il fatto che la produzione industriale (e di conseguenza i consumi energetici) in tutto il mondo è prevalentemente orientata a soddisfare i consumi degli abitanti dei Paesi più ricchi in cui si concentra la quasi totalità delle spese mondiali per prodotti di consumo, e il quadro è completo. Le conseguenze ambientali del nostro modello di



## Nord - Sud

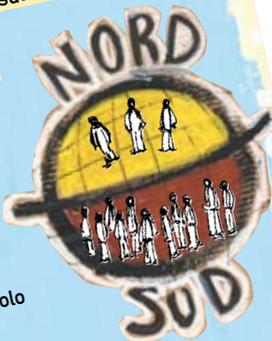
Il nostro pianeta è diviso in due parti:

# nord-sud

Non si tratta solo di una divisione geografica,  
ma economica e quindi anche sull'uso dell'energia.

Molte popolazioni non hanno  
nemmeno il minimo  
indispensabile per vivere.

Il nord usa l'80% di tutta  
l'energia del mondo e ha  
il 20% della popolazione.  
il sud, con l'80%  
della popolazione usa solo  
il 20% dell'energia.



### VI SEMBRA GIUSTO?

E cosa succederà ora che Paesi come  
l'Africa e l'India aspirano, giustamente,  
a raggiungere livelli di benessere  
un po' più simili ai nostri?

sviluppo sono secondo alcuni esperti già ir-  
reparabili, inquinamento di aria e acqua, effetto  
serra, piogge acide ecc. stanno alterando pesantemente gli  
equilibri naturali del pianeta. Inoltre le risorse energetiche  
attualmente più utilizzate, i combustibili fossili, cominciano  
a scarseggiare (si prevede che il petrolio si esaurirà nel giro  
di 50 anni). Se si considera che siamo arrivati a questo pun-  
to per soddisfare prevalentemente i bisogni  
del 20% della popolazione mondiale  
ovvero gli abitanti del nord, cosa  
succederà quando anche il restan-  
te 80% cercherà di eguagliare il  
nostro stile di vita?



# 10

## Energia al chilo?

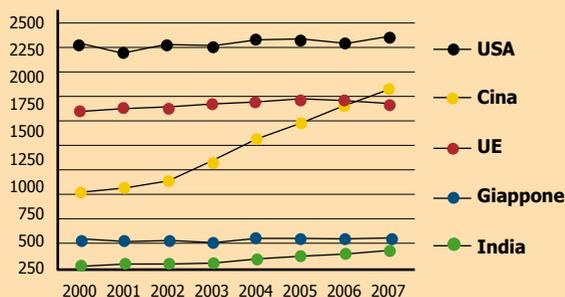
Per misurare l'energia è necessario considerare alcune grandezze fisiche e diverse unità di misura.

**Forza:** la forza unitaria di 1 Newton (N) è la forza che imprime alla massa di 1 kg un'accelerazione di 1 metro al secondo quadrato ( $1 \text{ m/s}^2$ ).

**Energia:** capacità di compiere lavoro. L'energia si misura in Joule (J).

**Lavoro:** è un tipo di energia. Il lavoro unitario di 1 Joule (J) è il lavoro della forza di 1 N per uno spostamento di 1 metro (m) nella direzione della forza. In Joule si misura l'energia.

**Potenza:** energia sviluppata per unità di tempo, nel Sistema Internazionale la potenza si misura in Watt ( W ).  $1 \text{ W} = 1 \text{ J} / 1 \text{ s}$



Consumi mondiali di energia primaria 2000 - 2007 (Mtoe)

Fonte: BP Statistical Review of World Energy June 2008

Gli esperimenti di Joule, a metà del XIX secolo, hanno dimostrato l'equivalenza tra calore e lavoro. Lavoro e calore non sono altro che differenti forme con cui due sistemi fisici possono scambiarsi energia. Il Joule è pertanto unità di misura anche per le quantità di calore.

Quando si parla di energia elettrica, l'unità di misura utilizzata è il kilowattora (simbolo kWh). Un kilowattora equivale a 3.600.000 Joule. Per misurare quantità grandissime di energia, come quella utilizzata da una nazione, si parla di "tep"



ovvero "tonnellate equivalenti di petrolio".

Il tep, o tonnellata equivalente di petrolio, è l'unità energetica comunemente usata a livello internazionale per i bilanci dell'energia.

Il tep rappresenta praticamente il calore sviluppato bruciando una tonnellata di petrolio ed equivale a circa 42 miliardi di Joule. Multiplo del tep è il megatep, pari a un milione di tep impiegato per misurare, ad esempio, il consumo annuo di energia in un'intera nazione. Spesso, parlando di grandezze fisiche, si utilizzano alcuni prefissi quali chilo, mega, giga, tera, ecc. Questi suffissi servono da "moltiplicatore". Chilo significa "1.000 volte"; quindi chilowatt (abbreviato con kW), significa 1.000 Watt. Allo stesso modo "mega" vuol dire "1.000.000 volte", giga equivale a "1.000.000.000" e "tera" a 1.000.000.000.000 ecc.

# 11

## I nostri consumi

Per la maggior parte delle persone, il più usato, se non addirittura l'unico mezzo di trasporto è l'auto. È facile notare come nel traffico cittadino praticamente tutte le auto abbiano un occupante solo, raramente due, quasi mai tre! Le conseguenze sono: ingorghi, inquinamento, elevato consumo energetico e ... stress! Quanta energia consumano le nostre automobili, e quante cose si potrebbero fare con la stessa quantità di energia? E quanta energia sarebbe necessaria per recarci a lavoro o a scuola in bicicletta?

Non siamo molto consapevoli dei nostri consumi, né siamo a conoscenza delle trasformazioni energetiche che coinvolgono quelle fonti di energia che usiamo quotidianamente, come i derivati del petrolio. Proviamo a seguire la storia energetica di un litro di benzina.

Dalla fusione solare (**energia nucleare**), cioè dai protoni del sole, proviene l'**energia elettromagnetica** chiamata radiazione solare che viaggia nello spazio cosmico ed arriva anche sulla terra. La radiazione solare colpisce 10 kg di alghe, permettendone la fotosintesi (**energia chimica**) e quindi la vita; poi queste alghe vengono schiacciate all'interno del sottosuolo per 600 milioni di anni fino a diventare petrolio (**energia chimica**), che viene ora estratto, raffinato per trasformarsi in



## Misurare l'energia

Una autovettura a benzina per il trasporto di una sola persona, consuma 130 MJ per percorrere 45 km.



Questa energia è sufficiente per illuminare un appartamento per una famiglia per due settimane.

Coprire la stessa distanza con una bicicletta costa, in termini di energia, 1,2 MJ, ancora meno dell'energia utilizzata da un computer acceso per 3 ore. Per coprire la stessa distanza, in treno, e sempre una sola persona, occorrono 24 MJ. Un po' di più dell'energia necessaria per fare una doccia calda di 5 minuti.

E tu quanta energia consumi per spostarti?



1 litro di benzina.

Il litro di benzina viene bruciato nel motore a scoppio (**energia termica**) di una automobile per muoverla a 130 km/h per 20 km. L'energia non è stata comunque dispersa: è stata trasformata in **energia cinetica** dell'automobile e infine di nuovo rimessa nell'ambiente (calore, attrito ovvero **energia termica**, gas di scarico con relativa **energia chimica**).



# 12

## Energia e sviluppo

Con il progresso le attività umane sono diventate sempre più vincolate alla tecnologia e, di conseguenza, all'utilizzo di energia. Oggi, praticamente non esiste attività organizzata dall'uomo per la quale non ci sia necessità di produrre energia. Ne consegue un elevato consumo energetico.

Soltanto in Italia nel 2007 abbiamo consumato complessivamente 194,5 Mtep, quasi la metà dei quali derivanti dal petrolio. La situazione italiana, per quanto riguarda le fonti energetiche, rispecchia quella del resto del pianeta: gran parte del fabbisogno mondiale, infatti, è soddisfatto dall'energia prodotta dalla combustione delle fonti fossili: carbone, petrolio, gas naturale (metano). Tutte fonti non rinnovabili destinate prima o poi ad esaurirsi.

Prima ancora di preoccuparci di cosa succederà quando queste risorse saranno esaurite, dovremmo chiederci fino a quando potremo avere petrolio a buon mercato!

La richiesta energetica è in continua crescita, l'estrazione di combustibili in calo. Si prevede che entro una dozzina di anni il petrolio sarà un privilegio per pochi.

Oggi, il petrolio fornisce il 35-40% dei consumi mondiali di energia, contro il 23% del carbone e il 21% del gas naturale: ne utilizziamo circa 28 miliardi di barili all'anno (1 barile = 159 litri).

Secondo le previsioni della Iea (In-



## energia e sviluppo

Come l'automobile, esistono molti altri strumenti che servono per farci vivere più comodamente: le strade, la televisione, il telefono, il computer ecc....

### Consumi infiniti?

Non sempre però ci siamo preoccupati dell'energia che consumiamo. E così in pochi anni, anche a causa dell'aumento della popolazione, i consumi energetici mondiali sono aumentati vertiginosamente.



Consumi Mondiali di Energia  
in miliardi di tep



### E in Italia?

Nel 2002 abbiamo consumato complessivamente 187 milioni di tep, cioè circa 3,3 tonnellate per ogni italiano.

CONSUMO INTERNO LORDO DI ENERGIA IN ITALIA  
(Fonte: ENEA, Rapporto Energia e Ambiente, 2003)



ternational Energy Agency) nel 2020 arriveremo a consumarne quasi 42 miliardi di barili. Ma un gruppo di geologi ed esperti dell'Aspo (Association for the Study of Peak Oil) sostiene che non è certo che le riserve mondiali di petrolio saranno in grado di garantire questo fabbisogno.

	Mtep 2007	%
Carbone	17,5	9
Gas naturale	70	36
Prodotti petroliferi	83,7	43
Fonti rinnovabili	13,6	7
Importazioni nette energia elettrica	9,7	5
<b>Totale</b>	<b>194,5</b>	<b>100</b>

Fonte: ENEA - Rapporto Energia e Ambiente 2007

# Usi e Consumi

**usi e costumi**

**Prima dell'invenzione del Motore a scoppio**

**non esisteva l'automobile!**

Pensate a quanto tempo si impiegava ad andare a scuola (o dai nonni) a piedi o in bicicletta. Ma pensate anche a quanta energia contenuta nella benzina (derivata dal petrolio) si consuma e quanti gas di scarico nocivi si perdono in aria, oggi che ormai tutti hanno l'automobile. A proposito: **secondo voi quante automobili esistono in Italia? Tantissime: più di 34.000.000!** E naturalmente sono tanti gli impieghi dell'energia... non solo per l'auto! Provate a pensarci.



Settore	Percentuale
INDUSTRIA	29,1%
TRASPORTI	31,3%
RESIDENZIALE E TERZIARIO	29,9%
USI NON ENERGETICI	6,9%
AGRICOLTURA	2,5%
BUNKERAGGI	2,2%
ALTRI	10,4%

10,4% ALTRI

28,5% INDUSTRIA

31,1% RESIDENZIALE  
E TERZIARIO

31% TRASPORTI

# 13

## Usi e consumi

Come abbiamo visto, in Italia, e negli altri Paesi industrializzati, il consumo energetico è elevato e costantemente in crescita. A cosa sono dovuti questi consumi nel nostro Paese?

Il settore che richiede più energia è quello dei trasporti. Il dato non sorprende se si considera che in Italia circolano quasi 34 milioni e mezzo di automobili. Calcolando che la popolazione italiana conta quasi 58 milioni di persone, ne risulta che c'è un'autovettura ogni 1,7 abitanti (neonati e ultranovantenni compresi) (dati relativi al 31.12.2003, fonti:

ACI - annuario statistico 2004; Comunicato stampa ISTAT 15 luglio 2004).

È inoltre rilevante notare come il 95% di questa energia provenga dal petrolio, il che equivale a dire che il settore dei trasporti è completamente dipendente da questo combustibile.



	<b>Mtep 2007</b>	<b>%</b>
Residenziale e terziario	43,4	30,1
Trasporti	44,7	31
Industria	41	28,5
Altri	15	10,4
<b>Totale</b>	<b>144,1</b>	<b>100</b>

Fonte: ENEA - Rapporto Energia e Ambiente 2007

# 14

## Il progresso e lo sviluppo

Fin dalla sua comparsa sulla terra, l'uomo ha alterato gli equilibri naturali dell'ambiente in cui ha vissuto. L'inquinamento dell'aria ad opera dell'uomo nasce dai fuochi accesi per cuocere i cibi e riscaldare le prime capanne (anche se si trattava di un inquinamento interno, dovuto alla scarsa ventilazione delle abitazioni primitive). Il fenomeno si è sviluppato successivamente nei villaggi e nelle città: Orazio, ad esempio, si lamenta dell'annerimento da fuliggine degli edifici di Roma e Seneca scrive di avere migliorato la sua salute dopo essersi allontanato dai fumi della città.

Ma si trattava comunque di fenomeni di entità limitata.

I primi veri danni da inquinamento sono cominciati con la rivoluzione industriale.

Fino a quel momento, infatti, la sola fonte di energia, diretta o indiretta, utilizzata era stata quella solare e le attività umane



energia e inquinamenti

**IL PROGRESSO E LO SVILUPPO** tecnologico non hanno solo un alto costo energetico, ma come conseguenza, consumano molte risorse naturali e producono

**inquinamento**



Prova a spiegare a modo tuo la parola "inquinamento".

Le fonti energetiche non rinnovabili trasformano l'energia termica, elettrica e meccanica, generano anche sostanze che non vengono riutilizzate e che si disperdono in aria, come le particelle, gli ossidi di zolfo e d'azoto e l'anidride carbonica.



non comportavano effetti tanto devastanti.

Con l'introduzione delle macchine a vapore, alimentate dai combustibili fossili, l'uomo iniziò a immettere nella biosfera quelle sostanze altamente inquinanti che oggi sono responsabili di alcuni dei più gravi problemi ambientali.

Con il progredire della tecnologia, lo sviluppo dell'industria e l'aumento esponenziale dei mezzi di trasporto si è arrivati ad un consumo sempre più elevato di combustibili fossili, con impatti sempre maggiori sull'ambiente. Il carbone, durante tutto il ciclo di sfruttamento, inquina gravemente suolo, acqua e aria, in modo particolare durante la combustione, a causa dell'emissione di polveri, di composti solforati ed azotati, di anidride carbonica e di ossido di carbonio. Questi gas sono all'origine di fenomeni preoccupanti come l'aumento dell'effetto serra, le piogge acide, e lo smog.

Anche il petrolio, che come abbiamo già visto è la principale fonte di energia del mondo industrializzato, provoca gravi danni ambientali in ogni momento del ciclo di utilizzo: dall'estrazione, al trasporto e infine alla sua raffinazione e combustione.

# 15

## Cos'è l'inquinamento



Per inquinamento si intende la presenza anomala (nell'atmosfera, nell'acqua, ...) di sostanze che causano un effetto misurabile sull'uomo, sugli animali e sulla vegetazione o su diversi materiali. Può essere di origine naturale (vulcani, incendi delle foreste e decomposizione dei composti organici) o antropica. Il maggior responsabile degli effetti devastanti a cui stiamo assistendo è l'inquinamento di origine antropica. Tra i fenomeni dovuti all'inquinamento più attuali e discussi, ci sono le **piogge acide**, e l'aumento dell'**effetto serra** e le **polveri sottili**. Le prime sono precipitazioni contenenti ossidi di zolfo (SOx) e ossidi d'azoto (NOx). La presenza di queste sostanze nell'atmosfera è in parte naturale, ma le attività umane ne hanno aumentato la concentrazione, provocando la loro ricaduta umida al suolo tramite, appunto, le "piogge acide". La ricaduta di queste particelle può essere anche "secca", può infatti avvenire per effetto della gravità, e in questo caso la forma acida tende a generarsi solo successivamente alla deposizione sul terreno. A contatto con l'acqua gli ossidi di zolfo si trasformano in acido solforico e gli ossidi di azoto in acido nitrico. Le conseguenze di questo fenomeno sono estremamente gravi per la vegetazione, per la salute dell'uomo, al quale causa patologie respiratorie e circolatorie, oltre ad aumentare il rischio di forme tumorali ai polmoni, per la visibilità che viene ridotta, infine per i materiali da costruzione e per i monumenti. L'**effetto serra** è un fenomeno naturale da sempre presente sulla terra. I "gas serra" (anidride carbonica, metano, vapore acqueo, ecc.) filtrano le radiazioni provenienti dal sole e ostacolano l'uscita delle radiazioni infra-

## energia e inquinanti

Queste sostanze di rifiuto sono nocive per l'uomo, per gli animali e per le piante, sia direttamente poiché alterano alcuni processi biologici, che indirettamente.

**Ad esempio la CO<sub>2</sub> è un gas serra cioè contribuisce al riscaldamento superficiale terrestre.** Già, proprio il famoso "effetto serra". Ne hai mai sentito parlare?

Altre sostanze nocive sono gli ossidi di zolfo e d'azoto (che vanno nelle nuvole e si combinano con le gocce d'acqua creando le piogge acide) e le polveri sottili.

**W la pioggia! W la pioggia acida.**

rosse di ritorno provenienti dal suolo terrestre. Le attività umane, come il massiccio utilizzo di combustibili fossili, stanno alterando pesantemente la composizione chimica dell'atmosfera, causando un aumento innaturale dell'effetto serra e un conseguente aumento della temperatura terrestre e quindi profondi mutamenti a carico del clima sia a livello mondiale che locale (incrementi anche piccoli della temperatura media (0,5° C) causano lo scioglimento di ghiacciai, delle calotte polari, generano tifoni o ne aumentano l'intensità, ecc.). Le polveri sottili sono una miscela di particelle solide o liquide che, essendo molto piccole, tendono a rimanere sospese in aria e ad essere inalate tramite la respirazione ed arrivare nei punti più profondi dei nostri polmoni. In particolare, le pm10 (particolate mater) sono particelle fini con un diametro inferiore a 10micrometri (10 millesimi di millimetro) e quindi particolarmente dannose alla salute. Le più importanti fonti antropiche di particelle sottili sono il traffico, il riscaldamento domestico, i processi industriali e la combustione, per esempio, nelle grandi centrali termoelettriche.

# 16

## Quanta energia per i nostri oggetti

Molti esperti sono d'accordo sul fatto che, in questo momento, la miglior "fonte" di energia alternativa subito disponibile sia il **risparmio energetico**! E questo si riferisce a tutte le nostre attività: un errore comune, infatti, è quello di considerare "dispendiose" a livello energetico solo certe azioni come l'utilizzo degli elettrodomestici, l'illuminazione e i mezzi di trasporto. In realtà tutto quello che facciamo e utilizziamo richiede energia: pensiamo ad un giocattolo. Quali sono i costi energetici di un trenino di legno? Dalla fonte primaria, il sole, la cui energia viene utilizzata dall'albero per crescere, si passa ai costi per il taglio e il trasporto del legno alla fabbrica, qui la materia prima viene trasformata in giocattoli (consumando elettricità), i giochi finiti devono poi essere confezionati e distribuiti nei diversi punti vendita con altri costi energetici, e così via, fino allo smaltimento del giocattolo dopo che è stato buttato perché era rotto o perché era venuto a noia. È importante sottolineare che se il trenino viene realizzato in metallo o in plastica, i costi energetici sono notevolmente superiori, oltre ad avere maggiori problemi di smaltimento.

Quello che abbiamo detto del giocattolo può essere riferito a



risparmio  
energetico



Abbiamo visto anche che molta energia viene usata per la produzione degli oggetti e dei giochi che usiamo, di carta, di plastica, di vetro.

Per esempio cosa dobbiamo considerare per calcolare l'ENERGIA necessaria a produrre un treno di legno?

L'energia del sole per fare crescere l'albero del taglialegna per tagliarlo... poi continuare a buttiamo via questi oggetti è come sprecare l'energia che ci è voluta per produrli, e non dell'altra per quelli nuovi.

non Mi  
rompere

Stiamo attenti quindi a non rompere niente, teniamoci con cura le nostre cose!



qualunque oggetto, dalla matita che usiamo per scrivere, all'automobile, ai vestiti ecc. Ecco quindi che emerge l'importanza di avere cura di tutti i nostri oggetti perché "vivano" il più a lungo possibile, riparandoli se necessario, per contenere al massimo gli sprechi (oltre che di energia anche di materie prime, anch'esse sempre meno abbondanti).

Uscendo dalla quotidianità, un settore in cui l'ottica del risparmio energetico dovrebbe essere tenuta in serissima considerazione è l'edilizia, dato che chi costruisce una casa produce effetti per generazioni.

Per ottenere risultati soddisfacenti è fondamentale la valutazione complessiva del consumo energetico di un'abitazione e il successivo monitoraggio.

Recentemente in Italia è stata introdotta la certificazione energetica degli edifici, che attesta il fabbisogno energetico di una casa, in pratica contiene una valutazione di quanta energia "consumi" una data abitazione.



# 17

## Risparmiamola

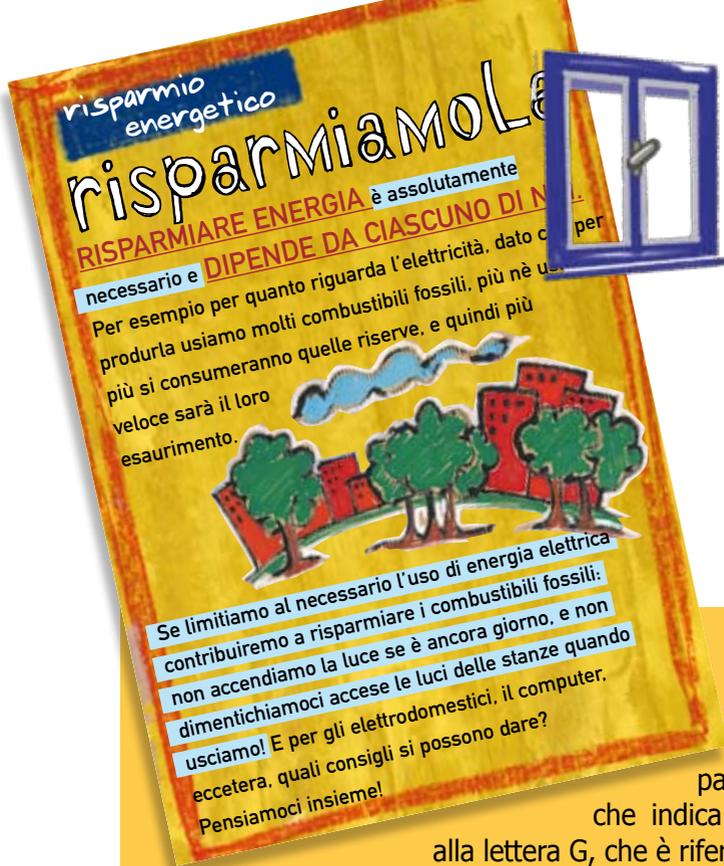
Sempre nell'ottica del risparmio energetico, sono tante le accortezze che dovremmo adottare, è possibile infatti risparmiare energia senza fare sacrifici, ma solo facendo un po' di attenzione. In inverno scaldare eccessivamente le case, superando i 20°C, significa sprecare energia: per un solo grado di temperatura interna superiore, i consumi aumentano dell'8%. Inoltre, quando il riscaldamento è acceso non andrebbero aperte le finestre: per cambiare l'aria il momento migliore è nelle ore più calde, aprendo completamente le finestre per un tempo limitato.

Durante l'estate invece è opportuno non raffreddare eccessivamente la casa e limitare l'uso del condizionatore alle ore più calde della giornata. Per l'illuminazione sarebbe molto importante utilizzare lampadine a basso consumo energetico, che sono più care di quelle normali ma durano più a lungo e consumano meno corrente elettrica a parità di resa.

Dovendo cambiare un elettrodomestico, sarebbe meglio scegliere un modello che abbia un basso consumo energetico dichiarato. Gli elettrodomestici di moderna concezione, infatti, sono divisi in classi di consumo a seconda della loro efficienza.

Le classi sono identificate a





partire dalla lettera A, che indica consumi bassi, fino alla lettera G, che è riferita a consumi alti.

La categoria di appartenenza è evidenziata per ciascun elettrodomestico da un'apposita etichetta, in cui si precisa il consumo medio di Kwh all'anno. La quantità di energia consumata da un elettrodomestico, inoltre, varia molto in base a come lo utilizziamo: aprendo continuamente e a lungo lo sportello del frigorifero o del congelatore, e mettendovi cibi caldi, ne aumentiamo a dismisura il consumo. Per lo stesso motivo, la lavastoviglie e la lavatrice vanno utilizzate solo a pieno carico con il programma economico ed evitando l'asciugatura con l'aria calda.

In auto, guidare con calma senza spingere troppo sull'acceleratore, oltre a ridurre il rischio di incidenti, ci aiuta a consumare meno carburante.

Utilizzando con maggiore accortezza l'energia, una famiglia media italiana potrebbe risparmiare il 15% delle spese per il riscaldamento, oltre il 10% di quelle per gli elettrodomestici e il 20% di quelle per la benzina.

# 18

## Energie e nuove tecnologie

La tecnologia, che è stata la principale causa dell'aumento dei consumi energetici, può anche esserne la soluzione: la realizzazione di impianti sempre più efficienti – di qualunque tipo essi siano: dalle caldaie domestiche, ai motori delle automobili, agli impianti fotovoltaici, eolici, ecc. – può ridurre drasticamente l'impiego di fonti di energia, soprattutto di quelle non rinnovabili che, come abbiamo visto, sono anche le più inquinanti.

Per capire come sia possibile migliorare l'efficienza, per esempio di una centrale elettrica, è sicuramente utile sapere come funziona. Una centrale elettrica è un impianto industriale realizzato per produrre energia elettrica. Dato che la nostra società è quasi completamente basata sull'utilizzo di energia elettrica, è evidente l'importanza tecnologica e strategica di questi impianti!

La tipologia di centrali più diffusa a livello mondiale sono sicuramente le centrali termoelettriche. Il loro funzionamento è abbastanza semplice. Un combustibile (derivati del petrolio, carbone o gas, ma anche in alcuni casi biomassa o rifiuti) viene bruciato in modo da sviluppare una notevole quantità di calore; questo calore viene trasmesso a una caldaia, ovvero un serbatoio contenente acqua. Tale acqua viene così trasformata in vapore raggiungendo temperature e pressioni elevate. Questo vapore viene convogliato verso delle macchine rotanti denominate turbine a vapore



energie e nuove  
tecnologie

Anche  
la

# tecnologia

ci può aiutare a risparmiare energia:  
ad esempio la caldaia a gas per scaldare  
l'acqua di casa usa molto meno energia primaria  
(fonti energetiche) di quella elettrica. Le

## centrali elettriche

più nuove sono più efficienti di  
quelle di qualche decennio fa.

Prova a ragionare:

### COSA SUCCEDEREBBE IN UNA CENTRALE ELETTRICA?

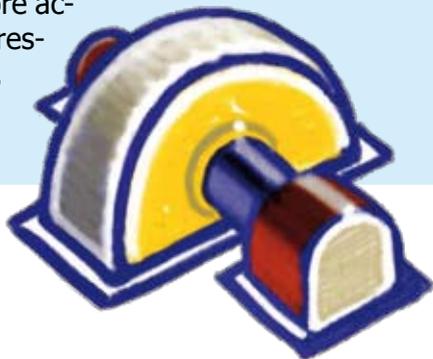
La tecnologia, quindi, se da una parte  
ha contribuito ad aumentare i consumi  
può ancora aiutare a riparare i danni e  
nuovi sistemi per sprecare meno energia.

Voi cosa ne pensate?



le quali – grazie alla spinta dello stesso – vengono messe in rotazione. Collegati all'albero in rotazione di tali turbine vi sono gli alternatori i quali convertono l'energia meccanica di rotazione in energia elettrica.

Un funzionamento analogo è utilizzato anche nei termovalorizzatori e nelle centrali nucleari dove cambia il tipo di combustibile (nel primo caso rifiuti, nel secondo materiale nucleare) ma si utilizza comunque vapore acqueo ad alta temperatura e pressione per azionare le turbine.



# 19

## Lavoro ed energia

L'energia è la capacità di compiere un lavoro e possiede la proprietà di presentarsi sotto varie forme che possono convertirsi l'una nell'altra.

Le trasformazioni dell'energia seguono le leggi della termodinamica; quel settore della fisica che studia proprio l'energia e le sue trasformazioni.

Secondo il primo principio della termodinamica l'energia non può essere né creata né distrutta ma può essere trasformata da una forma all'altra.

I mezzi attraverso i quali si scambia energia sono il calore e il lavoro.

In ogni macchina una certa quantità di energia viene trasformata in lavoro; non può esistere nessuna macchina che produca lavoro senza consumare energia (se esistesse, una macchina del genere produrrebbe il cosiddetto "moto perpetuo"). Per ogni conversione o trasformazione energetica è possibile calcolare il rendimento della trasformazione, ovvero la misura percentuale di quanta parte dell'energia immessa in una forma è stata convertita nella forma finale. Nel caso di trasformazioni spontanee, il rendimento è sempre del 100%, altrimenti esso dipende dai dispositivi usati per la trasformazione e dalle forme iniziali e finali di energia.

Alcune trasformazioni però avvengono in un solo senso. In tutte le trasformazioni energetiche, infatti, una parte dell'energia viene convertita in calore e dissipata in questa forma senza



macchine  
energetiche

## LAVORO ED ENERGIA

### Cosa succede quando andate in bicicletta?

La forza delle vostre gambe aziona i pedali che, attraverso la catena, fanno girare le ruote. Più forte pedalate, più aumenta la velocità indicata nel contachilometri: questo perché la vostra forza si trasforma in lavoro e più lavoro fate più veloce andate e più energia viene prodotta e consumata.

Cosa si dimostra?

Che con l'energia prodotta da un lavoro meccanico, in questo caso, fornito dall'uomo, si possono fare molte cose: questa energia può essere trasformata in varie altre forme di energia.



che possa essere utilizzata per compiere lavoro. Il calore prodotto per attrito nel motore di un'automobile e quello perduto con i prodotti di scarico non può essere utilizzato per far funzionare l'automobile poiché si disperde nell'ambiente.

L'energia termica (calore) ha infatti una condizione particolare: tutte le altre possono trasformarsi spontaneamente e completamente in energia termica, mentre non è vero il contrario.

In generale l'energia dissipata come calore in una trasformazione energetica non viene distrutta in quanto è ancora presente nell'ambiente, ma non è più disponibile per compiere un lavoro utile. Si dice che è degradata.



# 20

## Energia dell'acqua

Con l'invenzione del mulino ad acqua l'uomo ha creato la prima macchina, ovvero uno strumento azionato non più dalla propria forza o da quella degli animali, ma dalla corrente dei fiumi.

Le prime testimonianze dell'uso dei mulini ad acqua risalgono al I secolo a. C., ma la loro diffusione comincia a essere rilevante nel III secolo d. C. in Gallia e in Bretagna, un secolo più tardi a Roma.

Inizialmente usati per macinare cereali, castagne e legumi, nel Medio Evo il loro utilizzo fu esteso anche alla lavorazione del legname, dei metalli, e alla concia delle pelli.

Grazie a questa molteplicità di utilizzi e alla notevole convenienza in termini energetici (si è calcolato che un solo mulino potesse sostituire il lavoro di venti persone) i mulini ad acqua trovarono una diffusione enorme e sono stati ampiamente utilizzati fino a non molti anni fa.

In tempi più recenti, con l'arrivo dell'energia elettrica l'uomo si è ingegnato a progettare e costruire nuove ruote ad acqua molto più veloci, collegate a grosse dinamo che producessero un'adeguata quantità di elettricità.

Questo sistema di produzione dell'energia elettrica, basato sullo sfruttamento dell'energia cinetica dell'acqua disponibile ad una certa quota altimetrica rispetto alla posizione degli impianti idroelettrici, essendo molto più vantaggioso rispetto ai primi generatori alimentati con carburante fossile, ne ha decretato il successo, favorendone l'immediata diffusione.

Esistono diversi tipi di impianti idroelettrici: quelli ad acqua fluente, posizionati sul corso del fiume, poco diffusi; quelli a bacino, nei quali l'acqua





è raccolta in un bacino montano grazie a un'opera di sbarramento, diga o comunque di canalizzazione, e quelli di accumulo a mezzo pompaggio: l'acqua viene portata ad alta quota per mezzo di pompe. In quest'ultimo tipo di impianto, molto comune, l'energia elettrica prodotta durante la notte – quando vi è una richiesta di energia elettrica molto ridotta rispetto al giorno – viene utilizzata per ripompare l'acqua nei bacini idrici a monte.

Esistono anche impianti che producono elettricità sfruttando le maree.

# 21

## Energia dal sole

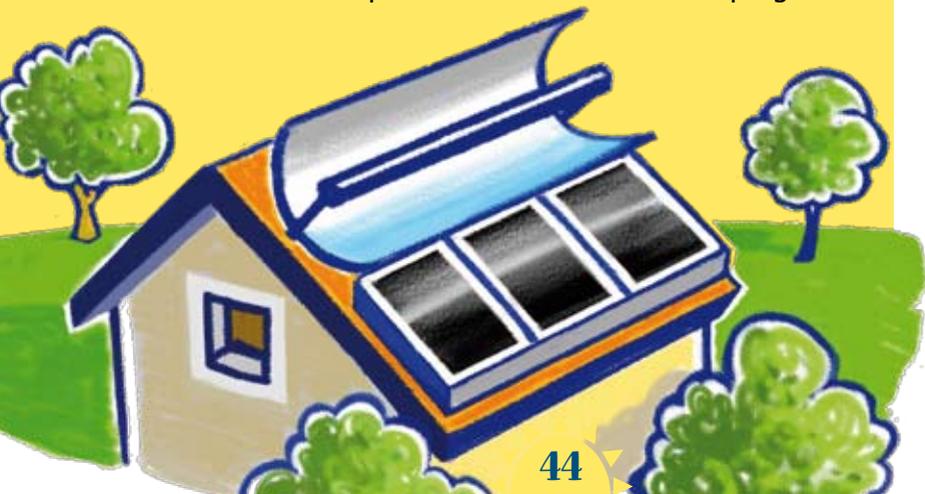
Il Sole produce una quantità immensa di energia che viene liberata sotto forma di radiazioni. Quelle che "colpiscono" il nostro pianeta rendono possibile la vita, essendo il motore degli innumerevoli processi biologici, chimici e fisici che si verificano sulla terra. Nonostante l'enorme irraggiamento e l'enorme richiesta di energia della nostra società industrializzata, l'utilizzo diretto di energia solare è assolutamente marginale.

Questo è inaccettabile, se si pensa che ottenere energia elettrica direttamente dall'energia solare tramite i **pannelli fotovoltaici** è ormai semplice e tecnicamente realizzabile con sistemi consolidati e di provata efficienza e durata.

Questa tecnologia si basa sul fatto che alcuni materiali come il silicio possono produrre energia elettrica se irraggiati dalla luce solare. I pannelli fotovoltaici sono composti da celle di silicio che trasformano la luce solare in energia elettrica che può essere usata per tutte le normali attività domestiche.

L'energia elettrica prodotta in eccesso dai pannelli può essere venduta alla società elettrica come credito da applicare sulla bolletta.

Un segnale incoraggiante è la realizzazione, in Sicilia, della centrale elettrica solare sperimentale "Archimede". Il progetto





prevede la costruzione di un sistema di specchi in grado di concentrare i raggi solari verso una caldaia e, sfruttando il loro calore, produrre vapore ad alta pressione. Questo vapore alimenterà le turbine della centrale elettrica. Inoltre, speciali recipienti permetteranno di "mantenere" il calore e produrre elettricità anche nelle ore notturne o in assenza del sole. I costi di produzione saranno simili a quelli dei combustibili fossili ma l'energia prodotta sarà "pulita"!

L'energia solare, inoltre, può essere convertita direttamente in energia termica tramite i **pannelli solari termici**. Questi permettono di riscaldare l'acqua per usi sanitari o per il riscaldamento degli ambienti senza utilizzare gas o elettricità. L'acqua, così riscaldata, viene mantenuta in serbatoi coibentati per garantire un'autonomia di molte ore.

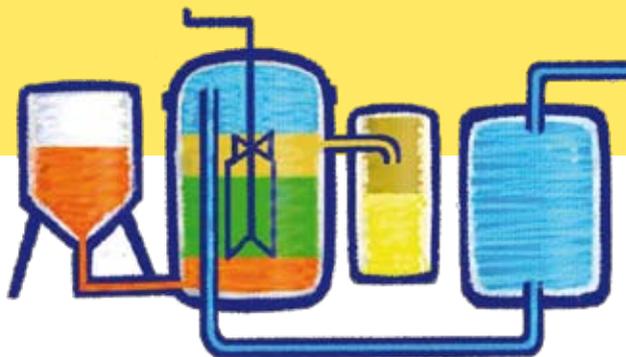
# 22

## Energia dalla biomassa

Con la fotosintesi, le piante producono autonomamente le sostanze nutritive per il proprio accrescimento a partire da anidride carbonica ed acqua, captando l'energia luminosa direttamente dal sole. In pratica, i vegetali trasformano l'energia solare in energia chimica.

L'uomo e gli altri animali possono utilizzare questa energia chimica per produrre a loro volta l'energia necessaria ai propri cicli vitali. Oltre che attraverso il cibo, noi possiamo sfruttarla in altri modi: bruciando il legno e i residui di origine agricola e forestale, trattando opportunamente i gas che si sprigionano dal letame o dai rifiuti organici urbani, ecc. Tutti questi e anche altri materiali sono raggruppabili nel termine "biomassa" che in pratica è tutto ciò che ha matrice organica, ad esclusione delle plastiche e dei materiali fossili.

La biomassa sta assumendo per noi un'importanza sempre maggiore proprio perché può essere utilizzata come materia prima per la produzione di combustibili (biodiesel, bioetanolo, metano, ecc.) tramite processi biochimici (digestione anaerobica o la fermentazione alcolica) e termochimici (combustione, pirolisi e gassificazione). Una volta ottenuti i combustibili, questi possono essere usati in caldaie centrali termiche oppu-





re in sistemi cogenerativi che producono simultaneamente calore ed elettricità. I residui da lavorazione del legno o la paglia vengono bruciati direttamente per ricavare calore.

L'uso della biomassa è molto conveniente perché utilizza i rifiuti di altri processi di trasformazione e produzione come materia prima per la produzione di combustibili, contribuendo, almeno in parte, a risolvere due problematiche decisamente attuali: lo smaltimento dei rifiuti e il reperimento di fonti energetiche! Oltre agli indubbi benefici, la biomassa presenta anche qualche svantaggio, se la conversione energetica avviene per combustione, infatti, vi è emissione di polveri sottili e di altre sostanze nell'atmosfera.

# 23

## Energia dal vento

L'energia eolica è stata usata sin dall'antichità nella navigazione a vela, per l'essiccazione dei prodotti dell'agricoltura e della pesca e altre attività. I primi mulini a vento comparvero nelle aree considerate la culla della civiltà: si racconta che nel 17° secolo a.C. Hammurabi pianificasse di irrigare la pianura mesopotamica con l'uso dei mulini a vento.

I mulini a vento si diffusero soprattutto nelle aree in cui quelli ad acqua non potevano essere utilizzati a causa della scarsa portata dei fiumi e di condizioni climatiche non favorevoli (p. es. lungo le coste aride del Mediterraneo, nei Paesi poveri di rilievi del nord Europa).

Oggi l'energia eolica è sfruttata per produrre energia elettrica tramite gli aerogeneratori. Si tratta di impianti di diversa forma e dimensione: possono avere infatti da 1 a 3 pale di lunghezza variabile. Il tipo più diffuso è alto oltre 50 metri, con tre pale lunghe circa 20 metri, in grado di erogare una potenza di 600 kW. Negli ultimi anni si stanno diffondendo aerogeneratori di taglia sempre maggiore (oltre 1500 kW) che hanno prestazioni migliori e una maggiore efficienza di conversione energetica. Perché sia conveniente installare una wind farm (fattoria del vento, ovvero una serie di aerogeneratori nello stesso sito, allo scopo di sfruttare al meglio la risorsa energetica) è necessario uno studio approfondito sull'andamento



macchine  
energetiche

## ENERGIA DAL VENTO

Un'altra "forza" che  
come l'acqua può far girare delle  
pale è il vento.

Una volta, nei posti  
più adatti, i mulini  
a vento erano  
usati per  
macinare cereali,  
o quella forza era  
utilizzata per pompare  
acqua dentro o fuori  
dai campi.

Ora si usa per far  
ruotare le pale dei generatori eolici che possono  
produrre energia elettrica, senza produrre  
inquinamento.

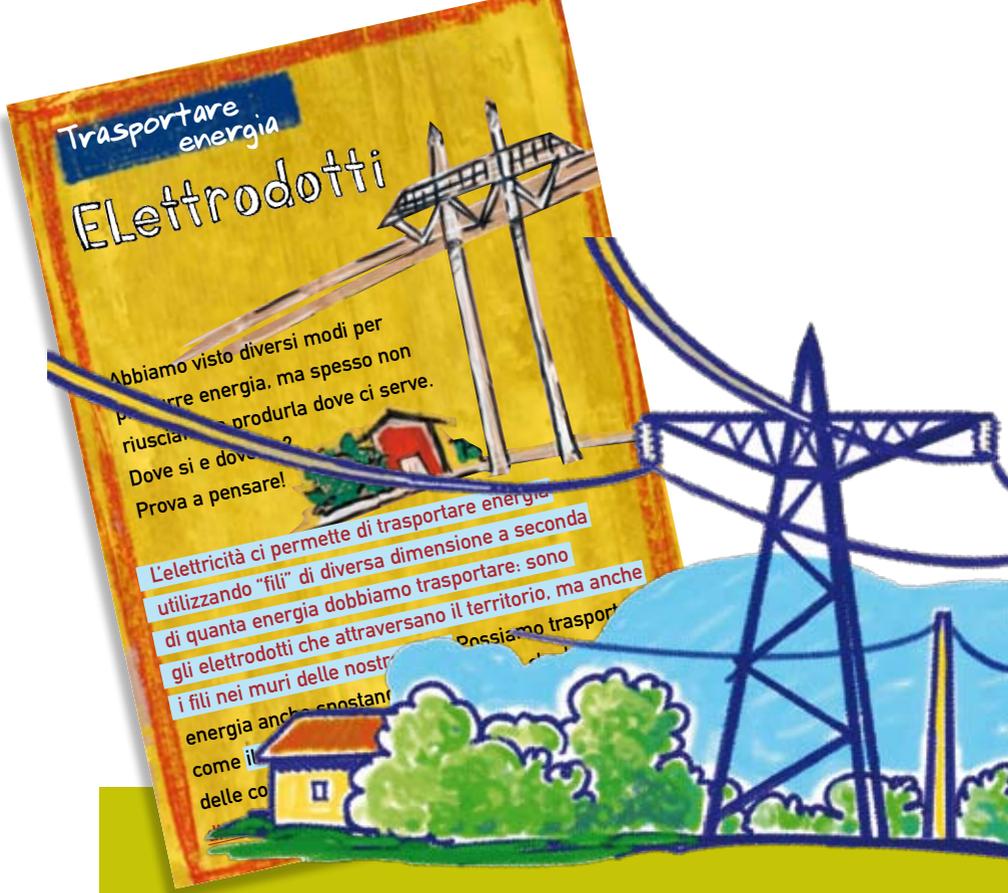
dei venti: il vento infatti deve avere una certa potenza ed essere presente in tutti i periodi dell'anno.

L'energia eolica è una fonte rinnovabile, pulita e gratuita, tuttavia a livello locale gli aerogeneratori possono avere impatti che vanno valutati ed evitati o almeno minimizzati: l'impatto visivo, il rischio di erosione, soprattutto in zone montuose, legato alla costruzione di strade, dove necessario, di costruzioni di servizio, magazzini, larghi basamenti, elettrodotti, ecc. e il rischio di interazioni con la fauna, soprattutto avifauna, stanziale e migratoria.

## Sistemi di distribuzione

La maggior parte dell'energia che utilizziamo proviene da centrali lontane dalle nostre abitazioni o uffici, dalle nostre città, una parte viene addirittura acquistata all'estero. Ma come viene trasportata? L'energia elettrica viene portata attraverso quei cavi (**elettrodotti**) che siamo abituati a vedere un po' ovunque; le loro dimensioni variano a seconda della portata necessaria. *Questo metodo di trasporto comporta perdite non indifferenti lungo il tragitto.* Purtroppo questa non è la controindicazione peggiore: intorno a questa rete (ma non solo, anche agli elettrodomestici, alle antenne, ai telefoni cellulari e ad altre apparecchiature) si formano campi elettrici e campi magnetici che interagiscono con l'ambiente e con gli esseri viventi. Si tratta dell'elettrosmog (o "inquinamento elettromagnetico") di cui si sente parlare sempre più spesso, ritenuto responsabile di molte forme tumorali e di altre gravi malattie. Gli studi fatti in questo campo fino ad oggi hanno portato a risultati discordanti, ma in permanenza del dubbio, il principio cautelativo oggi applicato in modo diverso a seconda della sensibilità dei singoli Stati o Regioni dovrebbe essere unificato al fine di minimizzare i rischi per la salute di tutti.

Relativamente agli elettrodotti, oggi la legislazione prevede distanze minime tra le case e le linee elettriche aeree per il trasporto di energia ma, purtroppo, non sempre tali leggi sono rispettate. A volte potrebbe risultare opportuno (purtroppo anche costoso...) interrare i cavi in questione.



Trasportare  
energia

# Elettrodotti

Abbiamo visto diversi modi per produrre energia, ma spesso non riusciamo a produrla dove ci serve. Dove si e dove? Prova a pensare!

L'elettricità ci permette di trasportare energia utilizzando "fili" di diversa dimensione a seconda di quanta energia dobbiamo trasportare: sono gli elettrodotti che attraversano il territorio, ma anche i fili nei muri delle nostre case. Possiamo trasportare energia anche spostando il calore, come il vapore delle centrali.

È sicuramente necessario incrementare quegli impianti che permettono di consumare l'energia direttamente dove la si produce, come succede, ad esempio, con i pannelli solari termici e fotovoltaici.

*Anche il calore può essere trasportato:* è il caso del **teleriscaldamento**: tramite una rete di tubi opportunamente isolati, viene distribuita acqua calda agli edifici allacciati. Quest'acqua, che può essere utilizzata per il riscaldamento e come acqua igienicosanitaria, proviene da impianti termovalorizzatori (inceneritori) ma anche da impianti a biomassa come avviene in certe comunità rurali in Austria. Perché questo sistema sia conveniente, oltre all'isolamento termico è importante che gli edifici da servire siano vicini alla fonte, altrimenti le perdite di calore risulterebbero troppo elevate.

la prima edizione dell'iniziativa era promossa da:

---



Assessorato all'Energia  
Assessorato all'Urbanistica e Ambiente  
Dipartimento Urbanistica e Ambiente - Energia



Agenzia Provinciale per la Protezione  
dell'Ambiente Settore Informazione  
e Qualità dell'ambiente



Rete trentina di educazione  
ambientale per lo sviluppo sostenibile



Consorzio dei Comuni della Provincia  
di Trento B.I.M. del Brenta



Consorzio dei Comuni della Provincia  
di Trento B.I.M. dell'Adige



Consorzio dei Comuni del B.I.M.  
Sarca - Mincio - Garda



Consorzio dei Comuni del B.I.M.  
del Chiese

a cura di



Provincia Autonoma di Trento  
AGENZIA PROVINCIALE PER L'ENERGIA  
Servizio Pianificazione Energetica e incentivi  
Via Gilli, 4 - 38100 Trento - Tel. 0461 497300  
[www.energia.provincia.tn.it](http://www.energia.provincia.tn.it) - e-mail: [serv.pianienergia@provincia.tn.it](mailto:serv.pianienergia@provincia.tn.it)