

L'energia solare e i suoi impieghi¹

L'energia solare è un'energia raggiante, che proviene dal sole ed è trasmessa alla Terra sotto forma di radiazioni elettromagnetiche, ed è fondamentale per la maggior parte dei processi vitali e dei fenomeni fisici: fotosintesi, ciclo dell'acqua, formazione di venti, biomasse, combustibili fossili...²

Rispetto ai combustibili fossili, presenta il vantaggio di essere una fonte inesauribile, abbondante, pulita e gratuita, ma ha lo svantaggio di essere discontinua nel tempo (per l'alternanza giorno/notte e le variazioni delle condizioni meteorologiche) e di avere una bassa densità. Inoltre, la produzione di energia elettrica con il sole costa dieci volte di più che con i combustibili fossili, cosa che ha molto ridotto la sua diffusione. Al primo svantaggio si può far fronte o con sistemi di accumulo dell'energia o con integrazioni fornite da impianti che utilizzano altre fonti di energia. Il secondo svantaggio, unito al valore modesto dei rendimenti di conversione, rende necessario l'impiego di ampie superfici di raccolta, con conseguenti elevati costi d'impianto.

Due esempi storici famosi mostrano come l'energia solare abbia da sempre interessato gli scienziati. Il matematico e fisico greco Archimede (III sec. a.C.) fu tra i primi a utilizzare l'energia solare, riuscendo a incendiare le navi romane con una serie di specchi metallici focalizzava i raggi sulle imbarcazioni. A Parigi, nel giardino delle Tuileries, si svolse nel 1882 un

1 Saggio pervenuto nel 2002: © associazione culturale Larici.

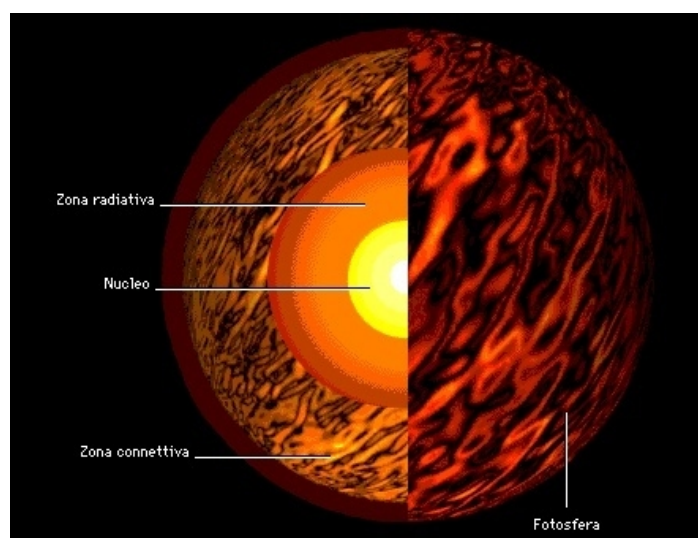
2 La radiazione solare che giunge sulla terra è caratterizzata da onde di lunghezza compresa tra circa 0,2 e 3 μm (micrometri, cioè milionesimi di metro). L'occhio umano percepisce come luce solo le radiazioni con lunghezza d'onda compresa mediamente tra 0,38 e 0,76 μm . Le onde di lunghezza inferiore a 0,38 μm sono denominate ultraviolette, quelle di lunghezza superiore a 0,76 μm sono dette infrarosse. La potenza della radiazione solare incide su una superficie ad essa perpendicolare, posta al di fuori dell'atmosfera terrestre, è praticamente costante ed è pari a 1,35 KW/m^2 (chilowatt al metro quadrato): per questo la potenza è chiamata "costante solare". L'entità di energia solare che giunge sulla terra varia principalmente in funzione della latitudine del luogo (massima all'equatore, minima ai poli) a causa della differente inclinazione con cui giungono al suolo i raggi solari. A maggiore inclinazione corrisponde uno spessore maggiore di atmosfera attraversata e quindi una minore intensità solare al suolo. L'entità di energia solare (KW/m^2) che giunge sulla terra varia anche in funzione delle condizioni atmosferiche (nuvolosità). L'atmosfera terrestre funge da filtro ai raggi solari e ne riduce in modo apprezzabile l'intensità con cui arrivano al suolo. Si considera pari a 1 KW/m^2 la potenza solare massima captabile da una superficie al livello del suolo, perpendicolare ai raggi solari, per sole allo zenit e in condizioni di atmosfera perfettamente limpida. Fuori dell'atmosfera la radiazione solare su una superficie perpendicolare alla radiazione è di circa 1,4 KW/m^2 . Sulla superficie terrestre la radiazione solare su una superficie perpendicolare alla radiazione è minore o uguale a 1 KW/m^2 .

esperimento per azionare una macchina con l'energia solare. L'impianto si basava su un paraboloide rivestito di specchi che raccoglieva i raggi e li concentrava sulla caldaia centrale. L'acqua, circolando all'interno, si trasformava in vapore e metteva in movimento lo stantuffo di un motore. La sua ruota motrice azionava con una cinghia una macchina per stampare giornali. L'esperimento non ebbe seguito, perché ai quei tempi il carbone, molto più diffuso, costava pochissimo.



Una prova compiuta dalla Nasa nell'agosto 2001 ha stabilito un nuovo primato: l'aereo "Helios" senza pilota e ad alimentazione solare, progettato dalla stessa Nasa e lanciato dall'isola Kauai nelle Hawaii, ha

raggiunto, utilizzando esclusivamente energia della luce, i 29.410 metri d'altitudine, battendo il primato fissato dall'aereo a reazione SR-71 della Lockheed che, nel 1966, arrivò ai 25.930 metri. Il primato è doppio: l'"ala solare" ha superato sia le quote finora registrate da apparecchi ad elica, sia quelle conquistate dai veicoli non lanciati da missili. Spinto dalle sue quattordici eliche, Helios ha impiegato cinque ore per arrivare all'altitudine record e altre nove e mezzo per tornare a terra³.



Spaccato del Sole – Le reazioni di fusione dell'idrogeno in elio del Sole hanno luogo nel nucleo, dove la densità dei gas è circa 150 volte superiore a quella dell'acqua e la temperatura arriva a 16 milioni °C. Il calore sviluppato nel nucleo si propaga per irraggiamento nello strato successivo, la cui densità è circa uguale a quella dell'acqua e la temperatura è di 2,5 milioni °C. Nello strato convettivo la propagazione del calore avviene grazie al rimescolamento dei gas che qui hanno una densità pari a un decimo di quella dell'acqua e una temperatura di 2 milioni °C. Le turbolenze dello strato convettivo emergono sulla fotosfera conferendole un aspetto maculato e brulicante. Qui la temperatura scende a circa 5500 °C e la densità a un milionesimo di quella dell'acqua.

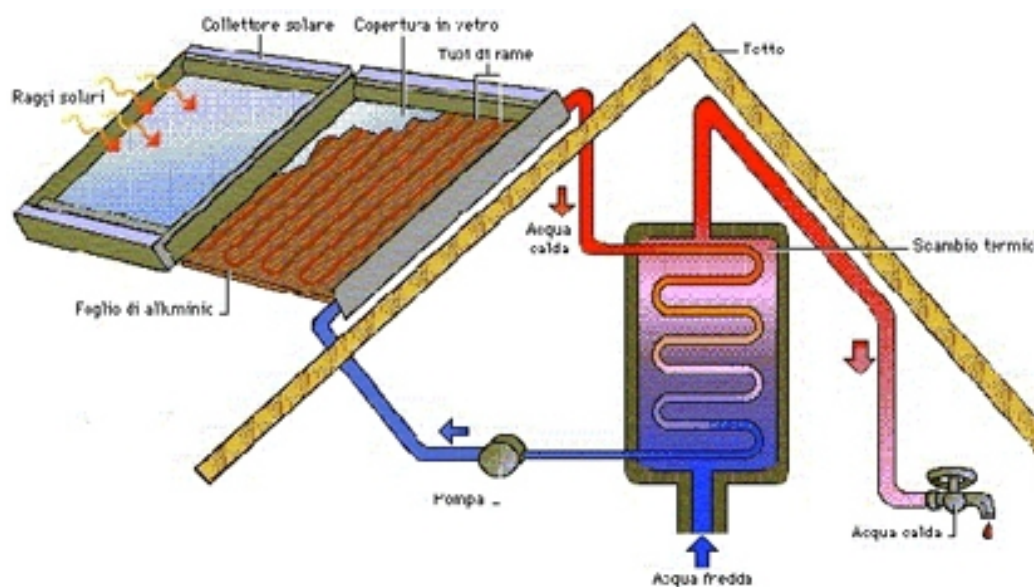
3 L'Helios è poi precipitato il 26 giugno 2003 nell'Oceano Pacifico durante un volo di prova per una turbolenza che ne ha causato il collasso strutturale. (N.d.C.)

Il sistema più semplice per utilizzare l'energia solare è costituito dalla cucina solare, costituita da lastre di alluminio che convergono la luce verso una pentola appoggiata su fili metallici.

Con l'energia solare è possibile trasformare l'acqua del mare in acqua potabile. Per questo, si espongono al sole enormi contenitori di acqua marina: quando l'acqua evapora, le goccioline si fermano sul coperchio da cui vengono raccolte e condensate. Da questo procedimento si ricava anche il sale.

Pannelli e collettori

Per captare e sfruttare l'energia solare, si usano pannelli solari o collettori solari basati su diverse tecnologie per ottenere differenti valori di temperatura.



Riscaldamento solare – I collettori a pannello utilizzano l'energia solare per riscaldare un fluido termovettore, come l'acqua. Dopo aver assorbito calore passando attraverso tubi a serpentina collocati nel pannello, il fluido restituisce l'energia assorbita, da utilizzare per i diversi impieghi domestici, attraverso uno scambiatore; infine il fluido viene nuovamente convogliato nel pannello per mezzo di una pompa, in modo da chiudere il ciclo.

A. Per ottenere basse temperature, inferiori ai 100 °C, si utilizzano collettori piani o a pannello (chiamati anche collettori senza concentrazione), costituiti da tre elementi posti in un contenitore:

1. una lastra trasparente di vetro, che fa filtrare le radiazioni in entrata ma blocca quelle in uscita creando l'effetto serra,
2. un assorbitore in rame, nel quale sono ricavati molti canali in cui "passa" un fluido,
3. un isolante termico, che impedisce la dispersione del calore.

Quando il sole scalda la piastra, anche il fluido si riscalda ed è portato all'esterno con un sistema di tubi. Oltre alla radiazione diretta, i collettori piani convertono in calore la radiazione diffusa, che non va trascurata perché può arrivare a più del 20% di quella diretta. L'uso di questi collettori investe prevalentemente la produzione di acqua calda (per uso civile, agricolo, industriale) e di aria calda (per riscaldamento di ambienti).

B. Per raggiungere medie temperature, comprese tra i 100 e i 300 °C, si usano collettori a concentrazione: uno di questi è il cilindro parabolico, costituito da due elementi:

1. una superficie riflettente formata da una lastra di specchi a parabola,
 2. una caldaia in cui sono concentrati i raggi del sole e "piena" di un fluido.
- Inoltre, è dotato di un meccanismo che permette di seguire il corso del sole. Quando i raggi colpiscono la parabola, essi sono riflessi verso la caldaia che in questo modo riscalda il fluido, trasportato all'esterno da tubi.

Questo sistema è utilizzato per azionare motori solari come pompe per il sollevamento dell'acqua e compressori: in questo caso il calore fa evaporare un gas che aziona i pistoni.

C. Per ottenere alte temperature, superiori ai 500 °C, si usano delle centrali formate da un campo specchi: sono costituite da moltissimi specchi, chiamati eliostati, che, a mezzo di un sofisticato sistema, inseguono automaticamente il sole nel suo moto apparente intorno alla terra e riflettono e concentrano i raggi del sole su una caldaia posta sulla sommità di una torre.

Quando il sole colpisce un eliostato, questi riflette i raggi verso la caldaia e fa evaporare l'acqua ivi contenuta: il vapore così ottenuto è inviato alla turbina, collegata a un generatore in modo da creare energia elettrica.

Queste centrali, dette eliotermodinamiche, sono usate solamente per produrre energia elettrica, ma sono poco diffuse perché presentano alcuni inconvenienti:

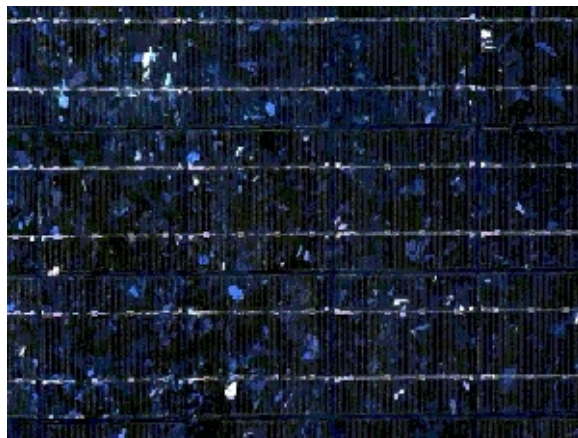
- stando all'aria aperta gli specchi si sporcano e si ossidano molto facilmente,
- col passare del tempo è sempre più difficile garantire la precisione di puntamento di ogni eliostato.



Impianto per lo sfruttamento dell'energia solare

D. Un altro modo di produrre energia elettrica con il sole è rappresentato dalle celle fotovoltaiche, che convertono direttamente l'energia solare in energia elettrica. Sono costituite da un materiale semiconduttore, come il silicio, che ha inseriti sottili fili conduttori. Quando i raggi del sole colpiscono la cella, si forma una debole corrente elettrica che è catturata da fili conduttori e trasmessa a un alternatore.

L'ostacolo principale alla loro diffusione è il costo elevato. Per questo sono ancora oggi usate principalmente per i veicoli spaziali, anche se esiste qualche centrale sperimentale composta da grandi pannelli ricoperti con migliaia di celle fotovoltaiche. Tuttavia, dato che è questo campo a offrire maggiori potenzialità, in tutto il mondo sono finanziati numerosi programmi di ricerca per arrivare a materiali e tecnologie meno costose.



Nella cellula fotovoltaica, o pila fotoelettrica, l'energia radiante della luce provoca il moto degli elettroni tra strati adiacenti di materiali semiconduttori diversi, generando corrente

La casa autonoma

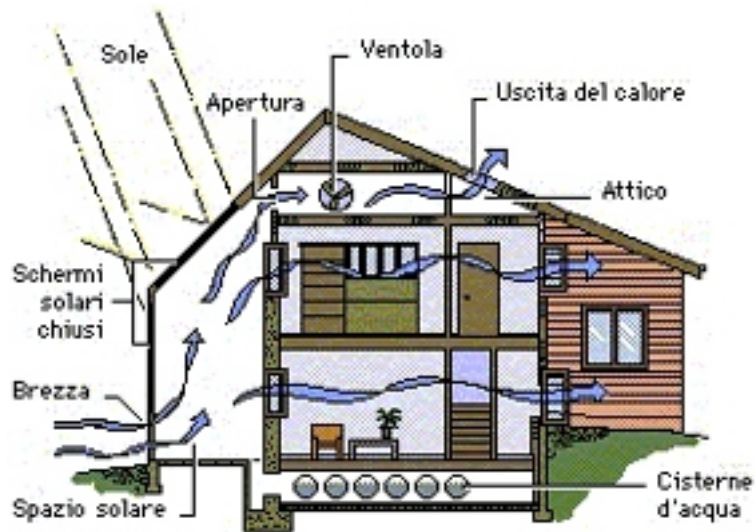
Molta attenzione viene posta anche alla costruzione di edifici capaci di "fabbricarsi" da soli tutto quello che serve alla sopravvivenza degli abitanti.

Il riscaldamento è fornito da collettori solari posti sul tetto e sul muro rivolto a sud. Per essere utilizzato durante l'inverno il calore così ottenuto viene immagazzinato in un serbatoio isolato per mezzo di alcuni materiali che fondono a basse temperature (tipo il sale di Glauber che fonde a 32 °C) e, una volta condensati e solidificati, rilasciano grandi quantità di calore.

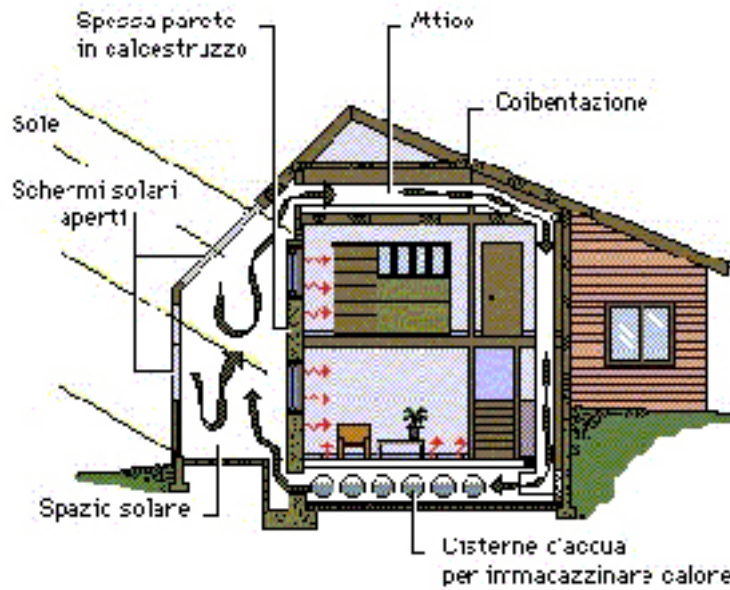
L'energia elettrica è data da una turbina a vento, detta anche generatore eolico, posta sul tetto.

Il gas metano per cuocere i cibi è ricavato dalla fermentazione dei rifiuti raccolti in una fossa biologica. I rifiuti organici sono utilizzati anche per concimare l'orto da cui gli abitanti traggono parte degli alimenti.

L'acqua è la normale acqua piovana purificata da una distilleria solare posta su tetto.



**Raffreddamento solare
(estate)**



**Riscaldamento solare
(inverno)**

Alcuni sistemi a energia solare prevedono che le strutture degli edifici vengano progettate in modo da sfruttare l'energia raccolta sia per il riscaldamento che per il raffreddamento. Ad esempio, in questa casa uno "spazio solare" funge da collettore di calore in inverno (con gli schermi solari aperti) e da intercapedine in estate (a schermi chiusi). Le cisterne d'acqua servono a incamerare durante il giorno il calore necessario per la notte.

Il funzionamento del sistema a collettori solari per il riscaldamento dell'acqua è molto semplice e rispetta tutti i requisiti richiesti da un impianto ecologico. L'acqua riscaldata dai collettori solari raggiunge temperature comprese fra i 40 e i 70 °C, così che può essere usata in cucina, in bagno, per la piscina e per integrare gli impianti di riscaldamento degli ambienti.



Questa tecnologia è utilizzata sia nelle progettazioni ex novo (nel quale caso è accoppiata a provvedimenti che limitano le dispersioni termiche e sfruttano altri contributi solari passivi) che nelle ristrutturazioni. Il sistema più semplice, comune ed economico per produrre acqua calda a uso sanitario consta di uno o due collettori – pannelli piani della

superficie di 1 o 2 metri quadrati, ciascuno, per persona (in base a un consumo giornaliero individuale stimato in 60 litri d'acqua calda a 45°C) – opachi e scuri per meglio assorbire la radiazione solare e trasferire il calore al fluido che scorre in appositi canali interni al pannello e a un serbatoio d'accumulo dell'acqua calda. Generalmente, i collettori hanno una copertura trasparente che lascia filtrare la luce solare ma intrappola la radiazione infrarossa riemessa dal pannello. Per consentire un sensibile risparmio energetico quando l'insolazione è insufficiente e la temperatura dell'acqua non raggiunge i valori ottimali, il serbatoio d'accumulo è spesso provvisto di una resistenza elettrica che si attiva automaticamente. D'inverno è comunque necessario il collegamento idraulico con un boiler elettrico o una comune caldaia.

Nell'ambito delle strategie da adottare previste dal protocollo di Kyoto (firmato da 38 paesi industrializzati che si sono impegnati a ridurre in maniera considerevole l'emissione di gas responsabili dell'aumento dell'effetto serra) è risultato essere essenziale l'impiego dell'energia solare: la produzione di acqua calda per usi sanitari con collettori solari rappresenta una tecnologia matura, affidabile, tecnologicamente semplice e consente considerevoli risparmi economici. Secondo un rapporto della Commissione Europea sulle fonti rinnovabili (novembre 1997), nel 2010 potrebbero essere installati novanta milioni di metri quadrati di collettori solari termici. Ma non mancheranno i problemi. Larga parte di questi impianti dovrebbero essere realizzati in ambito urbano dove più alta è la densità di popolazione e maggiore la richiesta di energia, ma essi richiedono ampi spazi che nelle città sono molto limitati. Inoltre, dovrebbero essere protetti dai venti forti e prolungati, dalle gelate invernali, dalle azioni vandaliche e, soprattutto, essere installate il più vicino possibile all'utilizzatore in modo da incorrere in minima spesa di tubazioni ed isolante. Recentemente è stato realizzato un innovativo sistema specifico per l'utilizzo in appartamenti ed abitazioni cittadine. Si tratta di una tenda da balcone che oltre a proteggere l'abitazione dal calore solare, usa il medesimo calore per produrre acqua calda a uso sanitario.

La casa autonoma, adottata per ora solo sporadicamente in Italia, è invece

studiata in America già da diversi anni assieme ad altre tecniche (come la realizzazione di particolari materiali da costruzione) che hanno trovato applicazione nell'area della costa occidentale, anche a larga scala. Infatti, nel maggio 1999 i quotidiani hanno diffuso la notizia che già da tempo, in California, stava nascendo una cittadina di 300 abitanti che ha come unica fonte di energia quella solare: «Con 300 abitanti e nove attività imprenditoriali, tutte rigorosamente verdi, è nata in California la città utopica di Caspar, la cui missione è quella di costruire una comunità economicamente autosufficiente rispettando allo stesso tempo l'ambiente e le bellezze naturali del luogo. Da un anno e mezzo un gruppo di sognatori, per lo più artisti e miliardari, sta lavorando per creare un'isola verde e felice sulla costa settentrionale della California. La cittadina di Caspar vanta nove attrattive che da sole possono dare un'idea del tipo di abitanti che ha calamitato finora: due saloni di massaggi, un agopunturista, un asilo, una tipografia, uno studio discografico, un catalogo postale che vende strumenti meteorologici e una sinagoga. A Caspar l'unica fonte di energia è quella solare, le auto dovranno essere elettriche e il piano regolatore consentirà di costruire soltanto abitazioni che non bloccano la vista, che non oscurano le case circostanti (privandole così della fonte primaria di energia) e che in alcun modo possano rovinare l'ambiente».

Due anni più tardi (2001), un'altra "casa del sole" ha occupato le cronache: negli Stati Uniti, nello Iowa, un gruppo di imprenditori hanno investito milioni di dollari per creare Vedic City, una città che ha tutte le case orientate a est per sfruttare meglio l'energia solare. L'esperimento – peraltro già provato in Europa nell'architettura razionalista degli anni Trenta – sembra trovare fondamento nella filosofia indiana Sthapatya Veda che sostiene che chi vive orientato ad est pensa in modo più chiaro e creativo, prende decisioni più giuste, è più ottimista e felice, evita stress e vive in pace con se stesso.



Vedic City