

ENERGIA DAL SOLE

___Indice___

Introduzione >

Produzione di energia >

Pannelli solari termici

Pannelli a piastra

Collettori a concentrazione

Collettori a tubi sottovuoto

Accumulatori di energia

I pannelli solari fotovoltaici

Gli impianti solari >

Gli impianti fotovoltaici

Impianti isolati

Impianti collegati alla rete elettrica

Impianti integrati negli edifici

Come posizionare un impianto

I sistemi termo-fotovoltaici

Il solare termodinamico

ENERGIA DAL SOLE

Introduzione

Si dice solare l'energia raggiante sprigionata dal Sole per effetto di reazioni nucleari (fusione dell'idrogeno) e trasmessa alla Terra sotto forma di radiazione elettromagnetica. Le radiazioni elettromagnetiche sono costituite da fotoni. Il fotone è una particella neutra che si propaga nel vuoto, alla velocità di circa 300.000 chilometri al secondo, con una energia che dipende dalla sua frequenza e con massa che si considera nulla quando è a riposo (non in movimento).

Produzione di energia

Si definiscono **sistemi solari passivi** quelli in cui l'energia solare viene utilizzata direttamente. Le serre, ad esempio, sono strutture di vetro che permettono il passaggio del Sole in entrata, ma non ne fanno uscire il calore. In questo modo, esse possono mantenere al loro interno temperature superiori a quelle esterne. Vi sono poi i distillatori solari nei quali, in uno spazio chiuso e coperto da lastre trasparenti esposte al Sole, l'acqua marina evapora, condensandosi poi sotto forma di acqua priva di sali e, pertanto, riutilizzabile. Nei **sistemi solari attivi**, invece, l'energia solare viene raccolta e trasformata in energia termica o elettrica prima di essere utilizzata. Sono sistemi di questo genere i **pannelli solari termici**, i **collettori a concentrazione**, impiegati nella produzione di energia termica, e i **pannelli solari fotovoltaici**, per la produzione di energia elettrica. Le tecnologie migliori permettono anche la cogenerazione di più tipologie di energia ed è possibile accumulare l'energia termica in molti modi e per differenti usi.

Pannelli solari termici

I pannelli solari termici catturano l'energia del Sole e la utilizzano per produrre acqua calda (fino a 60-70 gradi centigradi) che, accumulata in un apposito serbatoio, può essere utilizzata sia per gli usi domestici (per esempio per il riscaldamento delle abitazioni e dell'acqua) sia per quelli industriali sia per la produzione di energia elettrica su vasta scala attraverso le centrali termoelettriche solari. Esistono diverse tipologie di pannelli solari termici:

- pannelli a piastra;
- collettori a concentrazione;
- collettori a tubi sottovuoto.

Pannelli a piastra

Il sistema a pannelli solari è composto da due elementi: il **pannello solare** vero e proprio e il **serbatoio d'accumulo**. Il primo è composto da un assorbitore di calore solare, ossia da una lastra d'acciaio o di rame, all'interno della quale passano i tubi in cui scorre il fluido che deve essere riscaldato dal Sole: in genere si tratta di acqua addizionata con antigelo per tollerare il freddo invernale. Sopra l'assorbitore è posta una lastra di vetro che fa passare i raggi solari in entrata, ma non li fa uscire, in modo che l'ambiente sottostante si mantenga caldo. Il serbatoio contiene uno

scambiatore di calore che permette di trasmettere il calore dal liquido riscaldato nell'assorbitore all'acqua dell'impianto idraulico di casa. I pannelli solari termici vengono installati in posizione fissa, se possibile orientati verso sud, in modo da ricevere la massima quantità di radiazioni. Un metro quadrato di collettore solare può scaldare da 40 a 300 litri di acqua al giorno a 45-60 gradi centigradi. L'efficienza varia a seconda delle condizioni climatiche e della tipologia del collettore dal 30% all'80%. Il rendimento dei pannelli solari è aumentato negli ultimi dieci anni di circa 30%.

Collettori a concentrazione

I collettori a concentrazione sono pannelli solari termici che utilizzano un sistema di specchi che riflette i raggi del Sole facendoli convergere su un ricevitore. I collettori possono essere di tipo lineare, quando concentrano i raggi del Sole sul segmento di una retta, o possono concentrare i raggi in un punto, riscaldando il fluido in uscita dal pannello a temperature superiori ai 100 gradi centigradi. L'energia termica così prodotta può essere direttamente inviata agli utilizzatori. Oppure il calore prodotto dai vari concentratori solari può azionare i motori che sono attivati dal calore a medie e alte temperature (per esempio per pompare acqua o altre applicazioni meccaniche).

L'energia termica può anche essere trasformata in energia elettrica grazie a centrali termoelettriche solari. In questi impianti l'energia termica catturata dai collettori viene impiegata per trasformare l'acqua in vapore che, a sua volta, aziona una turbina accoppiata ad un generatore di energia elettrica. Si tratta di centrali pulite e con un impatto ambientale molto ridotto rispetto a quelle alimentate con combustibili fossili, dal momento che l'unica emissione che producono nell'atmosfera è costituita dal vapore.

Collettori a tubi sottovuoto

Esistono anche pannelli solari termici detti collettori a tubi sottovuoto che sono composti da tubi di vetro speciale sottovuoto, ricoperti da uno strato che trasforma la luce solare in calore. In questo caso l'assorbitore di calore è di forma circolare ed è alloggiato all'interno della cavità sottovuoto dei tubi stessi; in questo modo il fluido che conduce il calore evapora e, cedendo il suo calore all'estremità superiore del tubo, si condensa e ritorna in basso. A differenza dei pannelli a piastra, questa tipologia di collettori sottovuoto non conduce calore (essendo l'aria il migliore isolamento), per cui non si verificano perdite e pertanto il loro rendimento è superiore. Quindi questi collettori richiedono una minore superficie espositiva rispetto alle altre tipologie di pannelli e sono capaci di trattenere il calore accumulato anche in condizioni atmosferiche molto rigide, garantendo prestazioni elevate e costanti durante l'intero arco dell'anno. Per questi motivi possono essere utilizzati anche in zone con un'insolazione medio-bassa o con condizioni climatiche particolarmente rigide durante l'inverno, come in alta montagna o nei paesi nordici.

Accumulatori di energia

Come per altre fonti rinnovabili anche per l'energia solare uno dei limiti da superare è l'irregolarità dell'energia disponibile, per cui i sistemi di accumulo sono un aspetto importante per l'evoluzione e la diffusione delle tecnologie sviluppate. L'energia prodotta dagli impianti termosolari non deve

essere limitata alle sole ore di insolazione né trovano ostacolo nelle fluttuazioni dei passaggi nuvolosi. A tale scopo, due tecniche sono state già largamente collaudate. Esse offrono anche un migliore fattore di utilizzo dell'installazione e quindi un costo minore per la produzione di energia elettrica:

- **accumulo dell'energia termica:** il calore prodotto viene usato per riscaldare un mezzo dal quale, al momento opportuno, si estrae il calore per produrre l'energia elettrica. Questi dispositivi sono di basso costo, alta efficienza e permettono di mantenere l'impianto operativo durante i picchi della domanda e durante le ore notturne. Essi hanno anche il vantaggio di eliminare, in molti casi, le fluttuazioni dovute ai fenomeni nuvolosi;
- **sistemi ibridi solare-metano:** durante i periodi prolungati di assenza di calore solare l'energia mancante può essere data dal metano, con riduzione dei costi. Un sistema ibrido può essere economicamente conveniente anche per potenze di energia solare modesta.

I pannelli solari fotovoltaici

Il fotovoltaico è una tecnologia che consente di trasformare direttamente la luce solare in energia elettrica sfruttando il cosiddetto **effetto fotovoltaico**. Esso si basa sulle proprietà che hanno alcuni materiali semiconduttori come il silicio che, opportunamente trattato, genera energia elettrica quando viene colpito dalle radiazioni solari. Le celle fotovoltaiche sono il dispositivo più elementare capace di operare tale conversione; ogni cella produce circa 1,5 watt di potenza in condizioni standard, cioè quando si trova ad una temperatura di 25 gradi centigradi ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 100 watt al metro quadro. La potenza in uscita da un impianto fotovoltaico in condizioni standard si chiama "**potenza di picco**" (Wp): esprime la potenza elettrica erogata da un generatore fotovoltaico con un irraggiamento di 1.000 watt per metro quadro, temperatura dei moduli di 25 gradi centigradi e una massa d'aria pari a 1,5. In realtà l'energia elettrica prodotta è minore del valore del picco a causa delle temperature più elevate e dei valori più bassi della radiazione. Molte celle assemblate e collegate tra loro in un'unica struttura formano un **modulo fotovoltaico**. Il modulo tradizionale è formato da una serie di 36 celle, per ottenere una potenza in uscita di circa 50 watt, ma attualmente, soprattutto per esigenze architettoniche, si trovano in commercio moduli con un numero molto più alto di celle e quindi si raggiungono potenze fino a 200 watt per ogni singolo modulo. Per aumentare la potenza elettrica è necessario collegare più moduli: più moduli formano un **pannello** e, analogamente, più pannelli formano una **stringa**.

Gli impianti solari

Le torri solari. Tra i collettori a concentrazione vi sono le torri solari che consistono in un sistema di specchi che inseguono il moto del Sole, chiamati **eliostati**, che riflettono l'energia solare su di un recettore montato in cima ad una torre localizzata al centro. Il calore solare è raccolto da un fluido (un sale fuso) che ha anche la funzione di accumulo di energia. Con il calore accumulato nei sali fusi si produce del vapore (565 gradi centigradi), allo scopo di fare girare un turbo-generatore elettrico.

Specchi parabolici lineari. Esistono poi gli **specchi parabolici lineari** denominati con il termine **SEGS** (*Solar Electric Generating System*): essi sono usati per focalizzare i raggi solari su un lungo tubo ricevente posizionato lungo la linea dei concentratori. Un mezzo portatore di calore, ad esempio olio, pompato attraverso i tubi ricettori, alimenta una centrale. Il calore solare è trasformato in vapore allo scopo di far funzionare un turbo-generatore elettrico. La temperatura tipica di operazione è di 390 gradi centigradi. Tali impianti oggi hanno dimensioni tipiche dell'ordine da 30 a 80 megawatt elettrici e bruciano anche una certa quantità di combustibile fossile (gas naturale nel miglior caso) per produrre energia quando l'energia solare non è sufficiente.

Gli impianti fotovoltaici

L'impianto fotovoltaico è l'insieme di componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare, la trasformano in energia elettrica, fino a renderla disponibile all'utilizzo da parte dell'utente finale. Esistono due tipi di sistemi fotovoltaici: gli impianti con accumulo e quelli senza. I primi sono provvisti di batterie al piombo per accumulare energia elettrica durante le ore di Sole, utilizzandola poi quando il Sole non c'è.

Impianti isolati

Sono i sistemi non collegati alla rete elettrica nazionale che alimentano direttamente alcune apparecchiature. Posseggono anche un sistema di batterie che garantisce l'erogazione di corrente anche nelle ore di minore illuminazione o di buio. Questi impianti risultano tecnicamente ed economicamente vantaggiosi nei casi in cui la rete elettrica è assente o difficilmente raggiungibile. Sono diffusi soprattutto nei paesi in via di sviluppo per utenze di carattere rurale che le utilizzano anche per il pompaggio dell'acqua. In Italia sono stati realizzati molti impianti fotovoltaici di elettrificazione rurale e montana soprattutto al Sud, nelle isole e sull'arco alpino. Attualmente le applicazioni più diffuse servono per alimentare:

- apparecchiature per il pompaggio dell'acqua;
- ripetitori radio, stazioni di rilevamento e trasmissione dati (meteorologici e sismici), apparecchi telefonici;
- apparecchi di refrigerazione, specie per il trasporto di medicinali;
- sistemi di illuminazione;
- segnaletica sulle strade, nei porti e negli aeroporti;
- alimentazione dei servizi nei camper;
- impianti pubblicitari, ecc.

Impianti collegati alla rete elettrica

Sono impianti stabilmente collegati alla rete elettrica nazionale. Nelle ore in cui il generatore fotovoltaico non è in grado di produrre l'energia necessaria a coprire la domanda di elettricità, la rete fornisce l'energia richiesta. Viceversa, se il sistema fotovoltaico produce energia elettrica in più, il surplus viene trasferito alla rete. Tali sistemi non hanno bisogno di batterie perché la rete di

distribuzione sopperisce alla fornitura di energia elettrica nei momenti di indisponibilità della radiazione solare.

Sono stati realizzati impianti centralizzati di produzione di energia elettrica fotovoltaica di grande potenza. In realtà, attualmente si vanno sempre più diffondendo, grazie anche agli incentivi pubblici, piccoli sistemi distribuiti sul territorio con potenza non superiore a 20 chilowatt (intesa come potenza di picco). Gli impianti più diffusi hanno potenze tra 1,5 e 3 chilowatt. Questi impianti vengono installati sui tetti o sulle facciate degli edifici e contribuiscono a soddisfare la domanda di energia elettrica degli utenti.

Impianti integrati negli edifici

Essi costituiscono una delle più promettenti applicazioni di fotovoltaici. Si tratta di sistemi che vengono installati su costruzioni civili o industriali per essere collegati alla rete elettrica di distribuzione nazionale. La corrente generata dai moduli fotovoltaici viene immessa nella rete interna dell'edificio utilizzatore e in parallelo nella rete di distribuzione pubblica. In questo modo può essere, a seconda dei casi, consumata dall'utenza locale oppure ceduta, per la quota eccedente al fabbisogno, alla rete stessa.

I moduli fotovoltaici possono essere utilizzati come elementi di rivestimento degli edifici anche in sostituzione di componenti tradizionali. A questo scopo l'industria fotovoltaica e quella del settore edile hanno messo a punto moduli architettonici integrabili nella struttura dell'edificio che trovano sempre maggiore applicazione nelle facciate e nelle coperture delle costruzioni. La possibilità di integrare i moduli fotovoltaici nelle architetture e di trasformarli in componenti edili ha notevolmente ampliato gli orizzonti di applicazione del fotovoltaico e quelli dell'architettura che sfrutta questa forma di energia.

Un impiego di particolare interesse è rappresentato infatti dalle **"facciate fotovoltaiche"**. I moduli per facciata sono composti da due lastre di vetro, fra le quali sono interposte celle di silicio tenute insieme da fogli di resina. La dimensione di questi moduli può variare da 50x50 centimetri a 210x350 centimetri. Inoltre, dal momento che tanto più bassa è la temperatura dei moduli fotovoltaici durante l'irraggiamento solare, maggiore è il loro rendimento energetico, le facciate fotovoltaiche trovano la loro migliore applicazione nelle zone "fredde" delle facciate (parapetti, corpi degli ascensori e altre superfici opache) sempre che siano orientati verso Sud-Est o Sud-Ovest e non si trovino in una zona ombreggiata. L'impiego di tali moduli fotovoltaici può essere di grande utilità come schermi frangisole o per ombreggiare ampie zone nel caso delle coperture, per esempio delle pensiline di attesa dei mezzi pubblici.

Come posizionare un impianto

Per ottenere la massima produzione di energia, in fase di progettazione di un impianto, bisogna studiare l'irraggiamento e l'insolazione del sito. Questo consente di decidere l'inclinazione e l'orientamento della superficie del dispositivo captante. Per la latitudine del nostro Paese, la posizione ottimale della superficie del pannello risulta quella a copertura dell'edificio con esposizione a Sud e con un angolo di inclinazione di circa 20-30 gradi centigradi rispetto al piano

orizzontale. Ma anche la disposizione sul piano verticale del palazzo, cioè in facciata, riesce a conseguire ottimi risultati. Naturalmente l'importante è posizionare il pannello in modo da evitare zone d'ombra.

I sistemi termo-fotovoltaici

Dall'insieme delle tecnologie termosolari per la produzione di acqua calda e fredda e da quelle termosolari per la produzione di energia elettrica, derivano i **sistemi di cogenerazione termo-fotovoltaici**.

Un esempio di tali sistemi consiste in pannelli nei quali sono integrati un collettore termosolare e celle fotovoltaiche, dove l'energia primaria è quella solare diretta. È un sistema interessante nel caso in cui il fluido termico sia in grado di regolare la temperatura delle celle fotovoltaiche, le quali generalmente hanno maggiore efficienza ad una temperatura di 20-25 gradi centigradi. Un pannello termo-fotovoltaico solare è in grado di produrre la stessa quantità di acqua calda di un pannello tradizionale ed in aggiunta può erogare una potenza di 175 watt elettrici in una giornata di pieno sole.

Il solare termodinamico

Il **solare termodinamico** permette di generare energia elettrica usando l'energia solare per riscaldare acqua e trasformarla in vapore per azionare delle turbine, in modo analogo ad una centrale termoelettrica tradizionale. In questo caso non è necessario bruciare combustibili fossili per produrre vapore, ma l'energia per riscaldare l'acqua viene direttamente dal Sole. Poiché la centrale funziona ad alta temperatura, non è ovviamente possibile utilizzare dei semplici pannelli solari termici, ma occorrono dei dispositivi particolari per concentrare l'energia solare in punti precisi e ristretti, in modo da raggiungere le alte temperature necessarie: un po' come si fa quando si vuole accendere un fuoco usando una lente e un raggio di sole! L'intermediario è un fluido detto "**termovettore**", dalle elevate capacità di scambio termico, che riceve l'energia solare trasformata in energia termica e la cede poi all'acqua, che, convertita in vapore, azionerà le turbine della centrale, producendo energia elettrica. Molte delle più grandi centrali in progetto nel mondo sono ora di questo tipo. I vantaggi rispetto alla produzione con metodo fotovoltaico sono un maggior rendimento e una minor superficie occupata dall'impianto.

La ricerca in questo campo si occupa del miglioramento delle tecnologie e delle strutture per concentrare l'energia solare, studiando le migliori disposizioni dei diversi elementi. Sono così stati progettati impianti di diversi tipo:

- **impianti con campo di specchi e torre centrale (Solar Tower)**, dove la radiazione solare viene concentrata mediante specchi concavi, detti **eliostati**, su un ricevitore sulla sommità di una torre, alta un centinaio di metri: qui il fluido termovettore viene riscaldato a temperature di diverse centinaia di gradi e successivamente alimenta un ciclo termodinamico tradizionale per la produzione di energia. Gli eliostrati ruotano in modo che la quantità di energia solare concentrata sul ricevitore sia costante;

- **impianti a collettori parabolici lineari** (*Parabolic Trough*): allineamenti di specchi parabolici lineari concentrano la radiazione non in un punto, ma su un tubo ricevitore, riempito con il fluido termovettore;
- **impianti a collettori parabolici circolari, o a disco parabolico** (*Dish Stirling*): un grande specchio parabolico, del diametro di alcuni metri, concentra l'energia solare su un collettore, posto nel punto focale dello specchio, dove scorre un gas termovettore. L'energia termica viene trasformata in energia elettrica tramite un motore Stirling. I dischi parabolici possono essere collegati tra loro in cluster (raggruppamenti) di centinaia di esemplari, che costituiscono così una solar farm;
- **impianti a collettori lineari di Fresnel**: in questo caso gli eliostati sono lineari e sono posti orizzontalmente in prossimità del suolo. Riflettono la radiazione solare su un tubo ricevitore posto a una decina di metri da terra. Tra tutti i sistemi, i riflettori Fresnel sono quelli a più basso costo.

Testo aggiornato ad agosto 2022