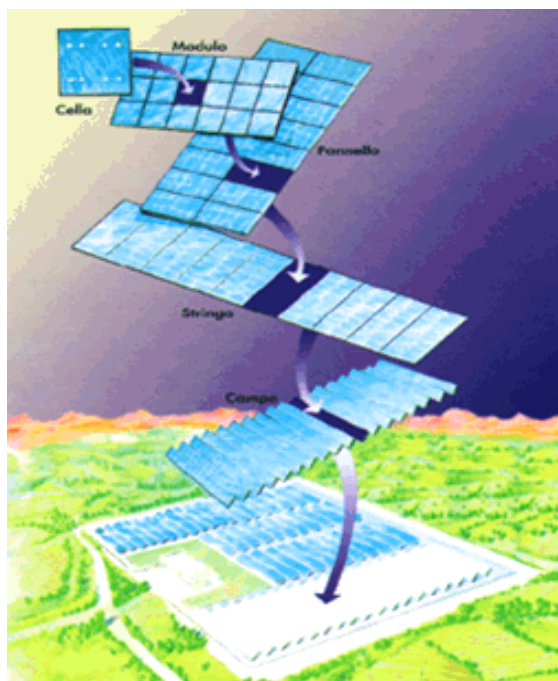


# FOTOVOLTAICO

## ENERGIA FOTOVOLTAICA

Il fotovoltaico è quella tecnologia in base alla quale è possibile trasformare l'energia associata alla radiazione solare in energia elettrica. Tale tecnologia sfrutta il cosiddetto *effetto fotovoltaico*: esso è basato sulle proprietà che hanno alcuni materiali semiconduttori, i quali, se opportunamente trattati, sono in grado di generare elettricità quando vengono colpiti dalla radiazione solare, senza quindi l'uso di alcun combustibile. Il materiale semiconduttore quasi universalmente impiegato oggi a tale scopo è il silicio. Il componente base di un impianto FV è la *cella fotovoltaica*, che è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, vale a dire quando essa si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1000 W/m<sup>2</sup>. La potenza in uscita da un dispositivo FV quando esso lavora in condizioni standard prende il nome di potenza di picco (Wp) ed è un valore che viene usato come riferimento.

Più celle assemblate e collegate tra di loro costituiscono un *modulo fotovoltaico*. Solitamente esso è costituito dal collegamento in serie di 36 celle che consente di ottenere una potenza in uscita pari a circa 50 Watt, ma spesso vengono utilizzati anche moduli costituiti da un numero di celle molto più alto e di conseguenza di potenza più elevata (fino a 200 Watt per ogni singolo modulo). A seconda della tensione necessaria all'alimentazione delle utenze elettriche, più moduli possono poi essere collegati in serie in una *stringa*. Più stringhe collegate in parallelo costituiscono il *generatore fotovoltaico*. Il trasferimento dell'energia dal sistema fotovoltaico all'utenza avviene attraverso ulteriori dispositivi, necessari per trasformare ed adattare la corrente continua prodotta dai moduli alle esigenze dell'utenza finale. Il complesso di tali dispositivi prende il nome di *BOS* (Balance of System).



Grazie alla loro modularità, i sistemi fotovoltaici presentano una estrema flessibilità di impiego. Due sono le principali applicazioni che si sono sviluppate:

- gli impianti isolati;
- gli impianti integrati alla rete elettrica.

Gli impianti isolati sono sistemi autonomi normalmente utilizzati per elettrificare le utenze difficilmente collegabili alla rete perché situate in aree poco accessibili, e per quelle con bassissimi consumi di energia che non rendono conveniente il costo dell'allacciamento. Tale tipo di sistema è caratterizzato dalla necessità di coprire la totalità della domanda energetica dell'utenza. Gli elementi che costituiscono un sistema fotovoltaico autonomo sono i moduli fotovoltaici, il sistema di accumulo (batterie) ed il regolatore di carica.

I sistemi fotovoltaici connessi alla rete possono scambiare energia elettrica con la rete locale o nazionale. Il principio della connessione alla rete è quello dello scambio in due direzioni di energia elettrica: se la produzione del campo FV eccede per un certo periodo il consumo, l'eccedenza viene inviata alla rete. Nelle ore in cui il generatore non fornisce energia elettrica sufficiente per soddisfare il carico, l'elettricità è acquisita dalla rete. Questo meccanismo è reso possibile dalla presenza di due contatori che contabilizzano l'energia scambiata nelle due direzioni.

## **STORIA**

La scoperta dell'effetto fotovoltaico risale al 1839, quando il fisico francese Edmond Becquerel effettuando alcuni esperimenti scoprì casualmente particolari effetti elettrici prodotti dall'influenza dei raggi solari. Successivamente furono condotte esperienze simili utilizzando anche diversi materiali, ma l'idea di sfruttare l'effetto fotovoltaico quale fonte energetica non ebbe modo di svilupparsi fino a quando non si poté operare con materiali che avessero un miglior rendimento. La prima cella solare commerciale in silicio fu realizzata nel 1954 dagli studiosi Person, Fuller e Chapin. I costi iniziali di questa nuova tecnologia erano ingenti e ne restrinsero il campo d'azione a casi particolari, come l'alimentazione di satelliti artificiali.

Le sperimentazioni vennero quindi portati avanti per tale scopo e solo verso la metà degli anni settanta si iniziò a rivolgere l'attenzione verso utilizzi "terrestri". Oggi esistono numerosi impianti fotovoltaici e la ricerca è volta soprattutto all'abbassamento dei costi di produzione ed al miglioramento dei rendimenti dei sistemi fotovoltaici.

## **ENERGIA PRODUCIBILE E RENDIMENTO**

La quantità di energia elettrica prodotta da un sistema fotovoltaico dipende da numerosi fattori:

- superficie dell'impianto;
- posizione dei moduli FV nello spazio (angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale ed angolo di orientamento rispetto al Sud);
- valori della radiazione solare incidente nel sito di installazione;
- efficienza dei moduli FV;
- efficienza del BOS;
- altri parametri (ad esempio la temperatura di funzionamento).

Un modulo fotovoltaico tipo, formato da 36 celle, ha una superficie di circa mezzo metro quadrato ed eroga, in condizioni standard, circa 50W. Un metro quadrato di moduli produce una energia media giornaliera tra 0,4 e 0,6 kWh, in funzione dell'efficienza di conversione e dell'intensità della radiazione solare.

Per quanto riguarda il rendimento delle celle fotovoltaiche, di tutta l'energia solare che investe una cella solare sotto forma di radiazione luminosa, solo una parte viene convertita in energia elettrica (energia utile). L'efficienza di conversione di celle commerciali al silicio monocristallino è in genere compresa tra il 10% e il 14%, mentre realizzazioni speciali hanno raggiunto valori del 23%. Questo significa che per 1kW di potenza che raggiunge un pannello si ha disponibile ai morsetti una potenza di 0,1-0,14 kW con pannelli commerciali e fino a 0,24 kW utilizzando pannelli speciali da

laboratorio. Se la massima efficienza raggiungibile dal silicio monocristallino è intorno al 20%, per altri tipi di moduli questi valori si abbassano ulteriormente: al 17% per il silicio policristallino ed intorno al 10% per il silicio amorfo (che fa parte della tecnologia delle thin film cells o celle a film sottile).

## **MERCATO, SVILUPPI E ASPETTI ECONOMICI**

Il mercato fotovoltaico mondiale ha conosciuto negli ultimi anni un notevole sviluppo, passando dai 45 MWp del 1990 ai 290 MWp del 2000.

Gli incrementi più elevati nella potenza installata sono stati senza dubbio quelli del Giappone, degli Stati Uniti e della Germania, soprattutto grazie ai programmi di incentivazione da parte dello Stato che, non solo hanno fornito sussidi per l'installazione di impianti FV, ma in alcuni casi (come in Germania) hanno comprato l'elettricità in eccesso prodotta da tali impianti e riversato in rete ad un prezzo molto maggiore di quello di vendita dell'elettricità tradizionale. In Italia, dopo una fase di grande fermento della prima metà degli anni '90 in cui l'ENEL ha installato diverse centrali fotovoltaiche (la più grande delle quali la centrale di Serre Persano nel salernitano di 3,3 MWp), il mercato ha vissuto un forte rallentamento soprattutto per l'assenza di adeguati meccanismi di incentivazione.

Oggi la strada più interessante da seguire è quella degli impianti fotovoltaici da inserire negli edifici, cioè per i singoli utenti. Se questa prima fase di avvio del programma avrà successo si prevede la realizzazione di 50.000 impianti fotovoltaici entro il 2007.

Per quanto riguarda gli sviluppi di mercato, la fonte solare ha grandi possibilità di contribuire in misura significativa alla diminuzione dell'impiego delle fonti fossili. Possiede le caratteristiche adeguate per la produzione di energia elettrica su grande scala, soprattutto in Italia dove i livelli di insolazione sono elevati. In particolare mediante la diffusione di piccoli impianti privati (1-3 kWp), la cosiddetta "microgenerazione", che possono abilmente sfruttare le coperture degli edifici esistenti. L'innovazione tecnologica, in particolare l'abbattimento dei costi di produzione, può risultare estremamente utile per una sua generalizzata promozione e sviluppo.

Al fine di incoraggiare ed accelerare la diffusione del FV (e delle altre fonti di energia rinnovabile) è in vigore, in Italia, un sistema di regolamenti e sussidi. Già la legge 9 del 1991, consentiva agli investitori privati di produrre energia da fonti rinnovabili e di immetterla nella rete elettrica nazionale. Esiste oggi il programma "*10000 Tetti fotovoltaici*", promosso dal Ministero dell'Ambiente e dal Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato. Il Programma pluriennale si propone la diffusione della tecnologia fotovoltaica mediante l'erogazione di contributi pubblici per la realizzazione di impianti fotovoltaici di piccola potenza (tra 1 e 50 kW) collegati alla rete elettrica e preferibilmente integrati nelle strutture edili, come tetti, terrazze, facciate, elementi di arredo urbano, ecc...

La prima fase prevede l'erogazione di contributi in conto capitale, nella misura massima del 75% del costo di investimento (IVA esclusa) dell'impianto.

## **RAPPORTO CON L'AMBIENTE**

I sistemi fotovoltaici, specialmente se integrati negli edifici, non hanno praticamente impatto ambientale (se non per i processi industriali di produzione delle celle) e sono oggi particolarmente ben visti da tutta l'opinione pubblica. La loro silenziosità, l'assenza di qualsiasi emissione, e lo sfruttamento diretto dell'energia solare hanno contribuito alla creazione dell'immagine di energia pulita a cui sono associati i pannelli fotovoltaici.

I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi FV sono proporzionali alla quantità di

energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire dell'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali.

Per produrre un kWh elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,53 kg di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione). Si può dire quindi che ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,53 kg di anidride carbonica. Per quanto riguarda l'impatto visivo delle centrali fotovoltaiche, questo è sicuramente minore di quello delle centrali termoelettriche o di qualsiasi grosso impianto industriale. L'integrazione negli edifici privati permette addirittura di essere virtualmente invisibile se si sfrutta la copertura dell'edificio, oppure di ottenere notevoli soluzioni architettoniche con le facciate fotovoltaiche.

## **VANTAGGI**

I principali vantaggi dei sistemi fotovoltaici possono essere riassunti nei seguenti punti:

- la modularità del sistema;
- le esigenze di manutenzione ridotte (dovute all'assenza di parti in movimento);
- la semplicità d'utilizzo;
- un piccolo sistema isolato FV ha il vantaggio di produrre energia elettrica esattamente dove serve e nella quantità vicina alla effettiva domanda;
- un impatto ambientale praticamente nullo: non contribuisce all'effetto serra, alle patologie respiratorie, alle piogge acide.