



Settembre 8, 2023

NICOLA MARTELLO

## Scegliere i pannelli giusti per l'impianto fotovoltaico

*Impianto fotovoltaico* – in base ai dati contenuti nel [rapporto](#) più recente del [GSE](#), relativo ai **primi tre mesi del 2023 in Italia**, prosegue la **crescita** – sia pure contenuta – del fotovoltaico nel nostro Paese. Alla fine di marzo gli impianti attivi erano **1.329.000** (+8,4% rispetto alla fine del 2022), con una potenza complessiva maggiore di **26 GW** (l'aumento è stato di poco meno di 1,1 GW rispetto alla fine del 2022, con una variazione pari a +4,4%). La produzione lorda di energia da fotovoltaico nel primo trimestre 2023 è stata di **5.587 GWh**, quindi è aumentata del 4,4% rispetto allo stesso periodo del 2022.

Le nuove installazioni rilevate nel trimestre sono state circa **103.000**, un numero di poco inferiore alla metà dei nuovi impianti attivati nell'intero 2022. Da notare che il dato sulle installazioni mensili di marzo 2023 è **tra i più alti mai registrati**. La crescita del

fotovoltaico rispetto al primo trimestre 2022 interessa tutte le classi dimensionali degli impianti e tutte le regioni del Paese.

## L'impianto fotovoltaico

Quasi la metà (**49%**) della potenza installata complessiva degli impianti a fine marzo di quest'anno è concentrata nel **settore industriale** (che include le imprese di produzione di energia, con il 63% della potenza della categoria). A seguire i settori residenziale (21%), terziario (20%) e agricolo (10%). Il 32% della potenza da fotovoltaico è fornita da impianti installati a terra, il restante 68% da quelli su edifici, tetti, coperture e così via. La superficie complessivamente occupata dagli impianti a terra è stimabile in circa **16.000 ettari**.

Sempre nel primo trimestre 2023, l'aumento della produzione rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente è dovuto principalmente a impianti di potenza compresa **tra 3 kW e 20 kW**, quindi di tipo prevalentemente **residenziale**.

Ma non sono tutte rose e fiori. Secondo l'**Irex Annual Report 2023**, lo studio di **Althesys** che dal 2008 monitora il settore delle rinnovabili, **la burocrazia resta uno dei principali ostacoli** sulla strada verso un completo passaggio alle energie rinnovabili. A fronte di **142 impianti** utility scale autorizzati, quasi il quadruplo è in attesa, ben **527 progetti**. Le installazioni fotovoltaiche utility scale in via di autorizzazione in Italia valgono oltre 20,5 GW.

Nel mondo, l'**Agenzia internazionale dell'Energia (IEA)** stima nel suo **World Energy Investment 2023** che il fotovoltaico trainerà la corsa green con investimenti pari a **380 miliardi di dollari nel 2023**.



## I tipi di pannelli fotovoltaici e il loro impiego

In estrema sintesi, oggi sul mercato esistono tre tipi principali di pannelli fotovoltaici, distinti dal tipo di celle che li compongono: **monocristallino, policristallino, film sottile amorfo**. A questi si sono aggiunte negli ultimi anni altre tipologie, grazie alla ricerca scientifica e all'avanzamento della tecnologia, come **i pannelli bifacciali, BiPV, a concentrazione, ibridi**.

### Monocristallino

Le celle di questo tipo sono realizzate da un wafer di silicio con una **struttura omogenea**. Ogni cella è costituita da un singolo cristallo di silicio, caratteristica che offre la massima conducibilità grazie al perfetto allineamento degli atomi. Il rendimento dei moduli in silicio monocristallino è il più elevato (**anche oltre il 21%**) rispetto alle altre tecnologie, così come il costo dei pannelli di questo tipo. Le celle monocristalline non risentono delle basse temperature, quindi sono ben adatte all'impiego in **climi rigidi** e quando la luce solare non è intensa. Questa tecnologia è molto usata in ambito **residenziale**, grazie al favorevole rapporto potenza superficie.

### Policristallino

Il wafer di origine non è strutturalmente omogeneo, ma organizzato in grani localmente ordinati. Il materiale di partenza è ottenuto dal riciclo tramite fusione di componenti elettronici scartati. Le celle di un modulo policristallino sono costituite da un insieme di **più cristalli di silicio**. Il rendimento di un pannello policristallino è **più basso di alcuni punti percentuali** di quello della variante monocristallina, ma anche il costo è inferiore. Questo tipo di celle tollera bene il calore e le alte temperature. Esistono anche moduli fotovoltaici **policristallini rossi**, prodotti con celle colorate adatte per le aree soggette a **vincoli architettonici e paesaggistici**. I pannelli policristallini sono usati negli impianti che non hanno vincoli particolari sulla loro estensione, come quelli industriali e utility scale, soprattutto nelle zone con climi caldi.

### Film sottile amorfo per l'impianto fotovoltaico

Nella variante più semplice, una cella fotovoltaica in silicio amorfo si costruisce **depositando strati di silicio su un materiale di supporto**, tipicamente vetro o plastica. Lo strato di silicio è **sottilissimo**, quindi l'impiego di materiale è molto ridotto. Purtroppo anche il **rendimento è inferiore** rispetto alle altre tecnologie (circa la metà di quello della variante monocristallina), ma se non altro lo è anche il costo, inoltre i pannelli in silicio amorfo sfruttano meglio la componente diffusa dell'irraggiamento solare. Questa soluzione offre **flessibilità** (nel caso il supporto sia pieghevole, come un foglio di plastica)

e versatilità, e consente la realizzazione di celle fotovoltaiche nelle più svariate configurazioni. Le celle a film sottile possono essere fatte anche con **materiali diversi dal silicio**: rame, indio, gallio e selenio, tellururo di cadmio.

## **Bifacciale**

I pannelli bifacciali sono costituiti da **due lastre di vetro sovrapposte, con in mezzo le celle monocristalline**. Questa configurazione consente lo sfruttamento anche della **luce riflessa** dalle superfici posteriori al pannello. Quindi sono convertite in energia sia la luce solare diretta sia la luce ambientale diffusa. Questo tipo di pannello produce più energia rispetto ai pannelli monofacciali tradizionali, **fino al 20% in più**. L'impiego dei moduli bifacciali è sempre più frequente negli impianti **agrivoltaici**, dove sono montati in verticale.

## **BiPV**

I moduli BiPV (*Building integrated Photovoltaic*) rappresentano la nuova frontiera del fotovoltaico e permettono l'**integrazione in ambito architettonico**, ovvero il fotovoltaico integrato negli edifici. Per esempio possono essere applicati su tegole, pensiline e finestre. Questo consente di minimizzare l'impatto estetico dei pannelli, **sfruttando i rivestimenti degli edifici** per produrre energia elettrica in modo non invasivo.

## **A concentrazione**

Con questi pannelli, i raggi solari sono **convogliati su un'unica cella fotovoltaica tramite lenti o specchi**. Questa cella è caratterizzata da un rendimento elevato anche ad alta temperatura ed è in grado di convertire da sola grandi quantità di energia solare in energia elettrica. Spesso si usa anche un sistema di inseguimento, per orientare costantemente il pannello verso il sole. L'efficienza di conversione di questi pannelli arriva a valori **superiori al 35 – 40%**, con superfici di meno di 3 metri quadrati per la produzione di un kWp. È una soluzione utilizzata per **piccole centrali fotovoltaiche**. È costosa, ma, grazie agli alti rendimenti, in alcune situazioni permette di recuperare i costi.

## **Ibridi**

I pannelli ibridi sono costituiti dalla **sovrapposizione di celle in silicio monocristallino e celle a film sottile**. Grazie alla tecnologia HIT (eterogiunzione), queste celle assorbono maggiore energia anche in condizioni di luce non ideale.



## **Impianto fotovoltaico, le nuove tecnologie per i pannelli**

In moltissimi laboratori di università, centri di ricerca e industrie si lavora per sviluppare nuove tecnologie nel settore del fotovoltaico, per aumentare l'efficienza di conversione luce-energia e per ridurre i costi. Le ricerche sono lunghe, difficili e costose, perché non basta trovare una nuova soluzione, bisogna anche mettere a punto un processo produttivo che permetta di costruire le nuove celle su grande scala e a costi competitivi con i prodotti già sul mercato.

### **Perovskite**

Uno degli sviluppi che sembra essere più promettente è l'impiego della **perovskite**, un materiale semiconduttore con struttura cristallina, composto da diversi elementi tra cui iodio, bromo e piombo. La perovskite è **economica e facile da produrre** e porta alla costruzione di pannelli fotovoltaici flessibili e leggeri, che possono essere stampati su substrati flessibili o depositati su materiali da costruzione, per nuove opportunità di integrazione architettonica.

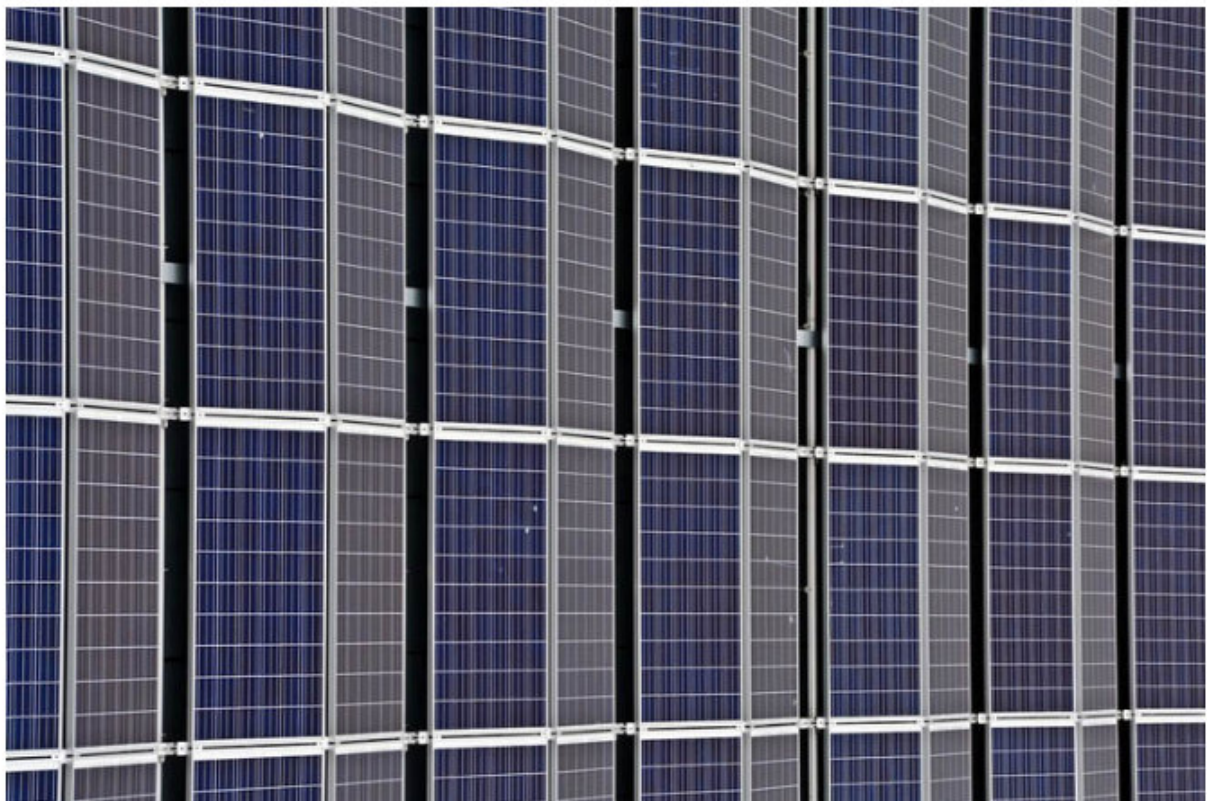
Il problema principale con questo materiale è la **sua stabilità nel tempo**. I ripetuti riscaldamento e raffreddamenti, tipici dei cicli giorno-notte, portano il bromo e lo iodio a separarsi, con una significativa riduzione dell'efficienza di conversione. Una delle cause identificate di questa separazione è la presenza di difetti nella struttura cristallina della perovskite. Sono allo studio tecniche di deposizione del materiale sotto forma di pellicola

quasi esente da difetti strutturali, con una longevità molto maggiore. Nei laboratori sono già state prodotte **celle in perovskite con un'efficienza del 27,1%**.

## **TOPCon**

Un'altra tecnologia promettente è il processo costruttivo **TOPCon** (*Tunnel Oxide Passivated Contacts*), che si basa sull'inserimento poco sotto la superficie del silicio di un sottilissimo **strato di ossido di silicio**, con uno spessore di circa un nanometro (un milionesimo di millimetro). Grazie all'effetto tunnel, questo strato di ossido di silicio favorisce la separazione delle cariche elettriche. Lo strato superiore di silicio è opportunamente drogato per facilitare la raccolta di queste cariche e il loro invio ai contatti elettrici.

Il drogaggio di questo layer superficiale è però uno degli ostacoli che impediscono la produzione in massa delle celle TOPCon, perché con le tecniche tradizionali l'operazione danneggia lo strato sottostante. Un nuovo sistema basato su **laser**, sviluppato dai ricercatori dell'**Università di Padova** e del **National Renewable Energy Laboratory (NREL)** americano, permette di fondere e cristallizzare il silicio con nanoimpulsi, favorendo la penetrazione delle sostanze droganti senza compromettere l'integrità dell'ossido di silicio sottostante.



## Grafene

Il grafene, una struttura cristallina **bidimensionale a celle esagonali** composta da atomi di carbonio, è un materiale promettente in molti campi. Per il fotovoltaico, i ricercatori dell'**Università di Roma Tor Vergata**, dell'**Istituto Italiano di Tecnologia (IIT)** e del suo spin-off, **Graphene Flagship Associate Member BeDimensional**, in collaborazione con **ENEA**, hanno combinato con successo il grafene con celle solari tandem perovskite-silicio per raggiungere **efficienze fino a 26,3%**.

Un gruppo di ricerca cinese ha sviluppato pannelli solari che ricavano energia non solo dal sole ma **anche dalla pioggia**, grazie a un rivestimento in grafene che reagisce con **gli ioni all'interno delle gocce di pioggia**, generando elettricità. Gli scienziati stanno ancora cercando di migliorarne le proprietà, dato che il grafene, allo stato attuale del **progetto**, non apporta alcun aumento dell'efficienza di conversione in assenza di pioggia.