

# CONOSCERE IL SOLARE

## \_\_\_Indice\_\_\_

### **Introduzione >**

#### **Che cos'è >**

Il Sole

Il bilancio energetico sulla Terra

Il bilancio solare sulla Terra

La radiazione utile

Un po' di storia

Un po' di numeri nel mondo

Un po' di numeri in Italia

### **Ambiente e territorio >**

La densità di potenza dell'energia solare

L'impatto sul paesaggio



## CONOSCERE IL SOLARE

### Introduzione

Si dice solare l'energia radiante 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).

### Che cos'è

L'intensità delle radiazioni solari che arrivano ogni anno sulla superficie terrestre equivale a 80 mila miliardi di tonnellate di petrolio equivalente (le cosiddette TEP, che individuano una quantità di energia pari a quella prodotta da una tonnellata di petrolio). Questa è una quantità infinitesimale rispetto alla produzione di energia che avviene nel Sole grazie alle reazioni nucleari; ma è anche una quantità enorme, se si pensa che la domanda mondiale di energia è pari solo a 8 miliardi di TEP l'anno. Questa energia viene assorbita dall'atmosfera e dalla superficie terrestre e si trasforma in energia eolica, idraulica e chimica. Ogni forma di vita presente sulla Terra esiste grazie all'energia inviata dal Sole. Ogni cosa, a partire da ciò che mangiamo ogni giorno, è legata, direttamente o indirettamente, ad essa. Anche i combustibili fossili, derivati dall'alterazione chimico-fisica di organismi viventi preistorici, contengono energia solare. La radiazione solare, nonostante raggiunga al massimo la potenza di 1 chilowatt per metro quadrato (irraggiamento al suolo in condizioni di giornata serena e sole a mezzogiorno), resta la fonte energetica più abbondante e pulita sulla Terra.

### Il Sole

Il Sole è la stella a noi più vicina e quella che consente la vita sulla Terra. Il Sole è una sfera con un diametro di 1,4 milioni di chilometri (109 volte quello della Terra) e una massa circa 300.000 più grande di quella terrestre. È formato per il 75% da idrogeno, il 23% di elio e solo il 2% di elementi più pesanti. Produce il proprio calore trasformando l'idrogeno in elio nella sua parte più interna, dove la temperatura raggiunge i 15 milioni di gradi centigradi (alla superficie la temperatura è di circa 6000 gradi centigradi). La reazione di trasformazione si chiama fusione nucleare e mette insieme quattro nuclei di idrogeno (protoni) per formare un nucleo di elio, liberando grandi quantità di energia. Questa energia, sotto forma di fotoni, si irradia nello spazio. Si definisce costante solare, la radiazione che incide perpendicolarmente su una superficie unitaria posta al limite superiore dell'atmosfera ed è pari a 1350 watt per metro quadrato. Questo valore, moltiplicato per la superficie della sezione della Terra (raggio medio terrestre al quadrato per  $\pi$  greco) ci fornisce la quantità di energia che la Terra riceve dal Sole ogni secondo: 173.000 terawatt.

## Il bilancio energetico sulla Terra

Un raggio di Sole arriva sulla superficie terrestre dopo un viaggio di 150 milioni di chilometri che percorre in 8 minuti. L'energia solare ricevuta dalla Terra è pari a circa 170.000 terawatt (unità di misura pari a 10 watt alla dodicesima, utilizzata per quantificare l'energia solare). Di questi, 50.000 terawatt sono riflessi dagli strati superiori dell'atmosfera, 30.000 vengono assorbiti dall'atmosfera e 90.000 raggiungono la superficie terrestre. La maggior parte di questi ultimi viene riflessa (per esempio dagli specchi d'acqua) o assorbita. Una piccola parte, invece, si trasforma: 400 terawatt fanno evaporare l'acqua dei mari e la trasformano in nubi, 370 terawatt mettono in moto il vento e 80 terawatt vengono trasformati dalla fotosintesi delle piante in energia chimica.

I 30.000 terawatt assorbiti dall'atmosfera e i 90.000 che raggiungono la superficie terrestre, vengono poi immessi nuovamente in atmosfera sotto forma di radiazione infrarossa e irraggiati verso lo spazio. In questo modo il bilancio energetico resta costante come pure la temperatura dell'atmosfera e della superficie terrestre. L'effetto serra, ovvero il fenomeno naturale di riscaldamento degli strati più bassi dell'atmosfera che normalmente consente la vita sulla Terra, ultimamente si è accentuato per effetto di alcune attività umane, con conseguenze spesso molto gravi (per esempio cambiamenti climatici).

## Il bilancio solare sulla Terra

Il Sole illuminerà e riscalderà la Terra fino a quando non si saranno esaurite le sue riserve d'idrogeno, ovvero tra circa 5 miliardi di anni. La radiazione solare raggiunge la superficie terrestre in maniera non omogenea. Ciò dipende dalla sua interazione con l'atmosfera e dall'angolo d'incidenza dei raggi solari. L'angolo d'incidenza varia in base a due fattori: la rotazione della Terra intorno al proprio asse, determinante per l'alternarsi del giorno con la notte, e l'inclinazione dell'asse terrestre rispetto al piano dell'orbita, che provoca una variazione stagionale dell'altezza massima del Sole sull'orizzonte. Quando il Sole è perpendicolare alla superficie terrestre, si ha la massima concentrazione dei suoi raggi al suolo. Invece, se i raggi solari raggiungono la superficie terrestre con una certa inclinazione, la stessa quantità di energia si disperde su una superficie più grande. Per questo l'energia solare può essere sfruttata con la massima intensità solo entro una fascia compresa tra il 45° di latitudine nord e sud.

## La radiazione utile

Dell'enorme flusso di energia che arriva dal Sole sulla Terra solo una parte può essere trasformata in energia utile. La quantità di energia solare in arrivo sulla superficie terrestre che può essere utilmente "raccolta" dipende dall'irraggiamento del luogo. L'irraggiamento è infatti la quantità di energia solare incidente su una superficie unitaria in un determinato intervallo di tempo, tipicamente un giorno (si misura in chilowattora per metro quadro per giorno). Il valore della radiazione solare che arriva sull'unità di superficie (in determinato istante) viene invece denominato radianza (si misura in chilowatt per metro quadro). L'irraggiamento è influenzato dalle condizioni climatiche locali (nuvolosità, foschia, ecc.) e dipende dalla latitudine del luogo: come è noto cresce quanto più ci si avvicina all'equatore. In Italia l'irraggiamento medio annuo va dai 3,6

kWh per m<sup>2</sup> al giorno della Pianura Padana ai 4,7 kWh per m<sup>2</sup> al giorno del Centro-Sud, ai 5,4 kWh per m<sup>2</sup> al giorno della Sicilia. In località favorevoli è possibile raccogliere annualmente circa 2.000 chilowattora da ogni metro quadro di superficie, il che è l'equivalente energetico di 1,5 barili di petrolio per metro quadro.

### Un po' di storia

Da sempre l'uomo sa ciò che succede quando un raggio di Sole illumina un corpo. Se questo è di colore chiaro o è uno specchio, l'energia del Sole viene riflessa. Se è scuro, la radiazione solare viene assorbita e il corpo si riscalda. Su questo principio si basa il primo collettore solare, inventato nel 1767 dallo svizzero Horace de Saussure: una "pentola nera" utilizzata dai primi pionieri americani per riscaldare l'acqua e cucinare mentre viaggiavano verso l'Ovest. Nel 1891, Clarence Kemp brevettò il primo scaldatore d'acqua ad energia solare. L'idea piacque, ma l'uomo conosceva già sistemi più semplici ed economici per riscaldare acqua. Solo ottanta anni più tardi, a seguito della crisi energetica del 1973 e del conseguente aumento del prezzo del petrolio, lo scaldatore d'acqua di Kemp avrebbe assunto una forma più moderna, diventando quel pannello solare che oggi si sta diffondendo rapidamente.

Oltre a quello termico, l'uomo ha recentemente imparato a sfruttare anche l'effetto elettromagnetico delle radiazioni solari. Si tratta di convertire i raggi del Sole in energia elettrica mediante appositi dispositivi. Il procedimento, noto come conversione o effetto fotovoltaico, fu scoperto nel 1839 dal fisico Bequerel, ma la prima applicazione commerciale si ebbe solo nel 1954 negli Stati Uniti, quando i laboratori Bell realizzarono la prima cella fotovoltaica in silicio monocristallino con un rendimento pari al 6%. I primi passi della conversione fotovoltaica sono dunque avvenuti nell'industria dei semiconduttori e dell'informatica.

Un grosso incentivo nello sviluppo di questa tecnologia è venuto dall'impiego di celle al silicio nei generatori di energia elettrica per satelliti o navicelle spaziali. La prima di queste applicazioni risale al 1958. Oggi le principali applicazioni sono terrestri e la produzione industriale di celle fotovoltaiche è aumentata, dagli anni Sessanta ad oggi, con una conseguente ricaduta dei prezzi di produzione. Sono stati raggiunti rendimenti notevoli, fino al 10-15%, che potranno rendere sempre più competitivo lo sfruttamento dell'energia solare nella produzione di elettricità.

### Un po' di numeri nel mondo

La capacità fotovoltaica installata nel mondo nel 2021 ha raggiunto i 942 GW, grazie ai 175 GW installati durante l'anno. L'Italia nel 2020 si è posizionata al 6° posto per potenza installata, dopo Cina, Stati Uniti, Giappone, Germania, India e prima di Australia, Vietnam, Corea del Sud e Regno Unito. Nell'analizzare i dati, occorre tenere presente anche l'estensione dei vari Stati a confronto: è significativo che un Paese piccolo come l'Italia possa competere con un gigante come gli USA o la Cina.

Il significativo aumento del mercato rispetto al 2020 è dovuto principalmente alla Cina, dove le nuove installazioni sono aumentate di 54,9 GW. Per il nono anno consecutivo l'Asia ha eclissato tutte le altre regioni del mondo, contribuendo per il 52% alla nuova capacità installata nel 2021.



Segue l'America (+21%), che ha ancora sorpassato l'Europa (+17%). L'India è stato il secondo più grande mercato dell'Asia, terzo nel mondo: dopo due anni di contrazione, nel 2021 il mercato indiano del solare fotovoltaico si è ripreso con l'installazione di nuovi 13 GW, più del doppio delle installazioni dell'anno precedente, stabilendo così un nuovo record.

Per quanto riguarda il solare termico, le tecnologie per riscaldare l'acqua grazie all'energia solare si stanno diffondendo in molti paesi. Cina, Turchia, Brasile e Stati Uniti e Germania sono stati i Paesi protagonisti del mercato del solare termico nel 2021. Nel 2021 sono stati installati circa 22 Gigawatt termici (GWth) in tutto il mondo e la potenza totale installata ha raggiunto 522 GWth.

*(Fonte: Renewables 2021 Global Status Report)*

### Un po' di numeri in Italia

L'Italia è il Paese del Sole, non solo nelle canzoni popolari e nell'immagine che ne hanno i turisti, ma anche dal punto di vista energetico. Nel nostro Paese, l'irraggiamento medio annuo va dai 3,6 kWh per m<sup>2</sup> al giorno della Pianura Padana ai 4,7 kWh per m<sup>2</sup> al giorno del Centro-Sud, ai 5,4 kWh per m<sup>2</sup> al giorno della Sicilia: ne deriva che alcune regioni hanno un potenziale produttivo molto elevato, anche se l'intero territorio nazionale, in realtà, gode comunque di condizioni molto favorevoli all'installazione di impianti di produzione solare. L'Italia è uno dei maggiori Paesi produttori di energia solare ed è all'avanguardia anche nel settore della ricerca e delle innovazioni tecnologiche. A partire dal 2007, anno in cui si è registrato il boom dell'energia solare in Italia, la crescita non si è arrestata.

La distribuzione geografica del fotovoltaico italiano ha un andamento particolare rispetto ad altre fonti energetiche. Le graduatorie regionali e provinciali, infatti, cambiano in modo significativo a seconda che si valuti il numero di impianti o la potenza installata, visto che su queste statistiche incidono sia la taglia media degli impianti sia la distribuzione della radiazione solare sul territorio nazionale. E molto cambia a seconda che si valutino i dati assoluti oppure rapportati all'estensione della regione o della provincia di riferimento, nonché alla densità abitativa.

Per fare un quadro della distribuzione del solare fotovoltaico in Italia, sono stati presi gli ultimi dati forniti dal Gestore dei servizi energetici (GSE), aggiornati al 31 dicembre 2020. Partendo dal numero e dalla potenza installata complessiva, a fine 2020 risultavano installati 935.838 impianti fotovoltaici, per una potenza complessiva pari a 21.650 MW. Nel corso del 2020 sono stati installati sul territorio nazionale 55.550 impianti fotovoltaici – in grande maggioranza di taglia inferiore a 20 kW – per una potenza complessiva di 749 MW.

In Italia la diffusione del fotovoltaico è cominciata negli anni '70: il primo impianto è stato installato nel 1979 al Passo della Mandriola. Bisogna però aspettare gli anni '90 per una diffusione più ampia del fotovoltaico agevolata poi ulteriormente dai primi incentivi statali, i cosiddetti Conto Energia, a partire dagli anni 2000. Dopo la veloce crescita iniziale, in parte dovuta agli incentivi del Conto Energia, a partire dal 2013, segue una fase di consolidamento caratterizzata da uno sviluppo più graduale, dovuto alla cessazione dei sussidi statali. Ricordiamo, inoltre, che lo sviluppo del fotovoltaico ha ricevuto un'ulteriore spinta nel 2009, grazie alla Direttiva Europea che dettava i primi obiettivi in termini di produzione e consumo di energia da fonti rinnovabili (2009/28/CE).



Numerosità e potenza installata degli impianti fotovoltaici si distribuiscono in modo piuttosto diversificato tra le regioni italiane. A fine 2020, due sole regioni concentrano il 29,8% degli impianti installati sul territorio nazionale (Lombardia e Veneto, rispettivamente con 145.531 e 133.687 impianti). Il primato nazionale in termini di potenza installata è, invece, della Puglia, con 2.900 MW (13,4% del totale nazionale); nella stessa regione si osserva anche la dimensione media degli impianti più elevata (53,4 kW). Le regioni con minore presenza di impianti sono Basilicata, Molise, Valle D'Aosta e la Provincia Autonoma di Bolzano.

Le installazioni realizzate nel corso del 2020 non hanno provocato variazioni significative nella distribuzione regionale degli impianti. La potenza installata è concentrata per il 44,5% nelle regioni del Nord Italia, per il 37,4% in quelle del Sud, per restante il 18,2% in quelle centrali. La Puglia fornisce il contributo maggiore al totale nazionale (13,4%), seguita dalla Lombardia (11,7%) e dall'Emilia Romagna (10,0%). Se consideriamo, invece, il numero degli impianti, il 55% è installato nel Nord del Paese, il 17% al Centro e il restante 28% al Sud. Le regioni con il maggior numero di impianti sono Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna, Piemonte e Lazio.

È interessante notare che all'interno delle singole regioni non esiste uniformità. Se si scende su scala provinciale, infatti, si osservano realtà particolarmente carenti, che hanno installato appena l'uno per mille del totale nazionale, ma anche vere e proprie eccellenze come Lecce, che da sola copre il 3,3% della potenza fotovoltaica installata, seguita da Cuneo, con il 2,7%, e da Viterbo e Roma con il 2,2% ciascuna. Osservando, invece, la mappa provinciale del numero di impianti installati, si conferma il primato della provincia di Roma, con il 4,0 % del totale nazionale; seguono le province di Treviso e di Brescia con il 3,2%. Tra le province del Sud, invece, quella caratterizzata dal numero maggiore di impianti a fine 2020 è Lecce (1,8%).

**Quanta energia viene prodotta in Italia.** Nel corso del 2020 gli oltre 935.000 impianti fotovoltaici in esercizio in Italia hanno prodotto complessivamente 24.942 GWh di energia elettrica; rispetto all'anno precedente si osserva un aumento di produzione pari a +5,3%, legato principalmente a migliori condizioni di irraggiamento. Dall'analisi dell'andamento mensile della produzione 2020 emerge il primato di produzione dei mesi centrali; luglio, in particolare, è il mese caratterizzato dalla maggiore produzione (poco più di 3,1 TWh). Naturalmente la produzione è concentrata nei mesi centrali; luglio, in particolare, è il mese caratterizzato dalla maggiore produzione (poco più di 3,1 TWh). In continuità con gli anni precedenti, nel 2020 la regione con la maggiore produzione fotovoltaica risulta la Puglia, con 3.839 GWh (15,4% dei 24.942 GWh prodotti complessivamente a livello nazionale). Seguono la Lombardia con 2.441 GWh e l'Emilia-Romagna con 2.402 GWh, che hanno fornito un contributo pari rispettivamente al 9,8% e al 9,6% della produzione complessiva del Paese. Per tutte le regioni italiane, nel 2020 si osservano variazioni positive delle produzioni rispetto all'anno precedente; la regione caratterizzata dall'aumento più rilevante è la Sardegna (+16,3% rispetto al 2019), seguita da Veneto (+9,0%) e dalle Province Autonome di Bolzano e Trento (rispettivamente +8,7% e +8,5%).

Se si considera i settori di utilizzo dell'energia solare, a fine del 2020 l'81% circa degli impianti in esercizio in Italia si concentrano nel settore domestico; la quota maggiore (51%) della potenza installata totale si rileva invece nel settore industriale. Se si considera il solo 2020, l'86% degli



impianti installati nel corso dell'anno afferiscono al settore domestico; in termini di potenza, invece, il 45% si concentra nel settore industriale.

## Ambiente e territorio

L'energia solare è silenziosa, non è inquinante e consente di ottenere immediatamente un fluido caldo che può essere impiegato sia come acqua calda sanitaria, sia come riscaldamento, sia per vari usi industriali. I benefici ambientali derivanti dall'installazione di sistemi fotovoltaici possono essere espressi in termini di emissioni evitate: si quantificano, cioè, le emissioni che si sarebbero prodotte per la generazione di una pari quantità di energia elettrica tramite sistemi termoelettrici. Per esempio, si è stimato che una famiglia di quattro persone consuma con uno scaldabagno elettrico circa 7,7 chilowattora al giorno. In Italia per produrre un chilowattora elettrico le centrali termoelettriche immettono in atmosfera mediamente 0,58 chilogrammi di anidride carbonica, uno dei principali gas responsabili dell'effetto serra. Quindi per uno scaldabagno elettrico si producono in media circa 4,5 chilogrammi di CO<sub>2</sub> al giorno. Con impianti ibridi solare-gas, cioè impianti solari integrati con caldaie a gas, che assicurano acqua calda durante tutto l'anno, a Roma una famiglia di quattro persone può risparmiare circa 0,69 chilogrammi di CO<sub>2</sub> al giorno.

Quindi l'energia solare potrebbe ridurre in modo significativo l'uso di combustibili fossili, poiché finalmente potrebbe rappresentare una fonte di energia elettrica su grande scala, in modo particolare in Italia dove i livelli di insolazione sono elevati. Convertire direttamente il sole in energia elettrica è una scelta che potrà essere molto vantaggiosa non solo negli insediamenti urbani, ma anche nelle zone emarginate e remote, specie nel Terzo Mondo. Qui la combinazione di sistemi fotovoltaici con altre fonti rinnovabili esistenti può portare l'energia elettrica anche ai villaggi e alle comunità più isolate per assicurare illuminazione, telecomunicazioni, pompe, ma anche per dissalare l'acqua del mare e quella salmastra dei pozzi, per conservare i prodotti della pesca e dell'agricoltura, e refrigerare farmaci e vaccini.

## La densità di potenza dell'energia solare

In meno di un'ora la Terra riceve dal Sole una quantità di energia pari all'intero consumo mondiale di un anno. L'energia solare, a differenza di altre fonti di energia, è presente in tutte le zone del pianeta (seppur con alcune differenze dipendenti dalla latitudine) ed è una fonte che ci accompagnerà ancora per miliardi di anni. L'energia solare, quindi, oltre ad essere abbondante e ben distribuita, è anche una risorsa rinnovabile. Queste caratteristiche renderebbero il Sole la principale fonte energetica se non fosse che l'energia solare ha una bassa potenza ed è intermittente su scala locale. Infatti, il flusso di energia dal Sole dipende dall'alternanza del giorno e della notte e dalla variabilità delle condizioni meteorologiche.

**Poca potenza per una grande energia.** Un parametro molto utile per valutare quanto "vale" l'energia è la densità di potenza, detta anche radianza, che indica la radiazione solare per unità di superficie (Watt al metro quadro, W/mq). La quantità di energia solare che arriva sulla superficie della Terra, sottratte tutte le riflessioni e gli assorbimenti che avvengono in atmosfera, è di 85.000

miliardi di W. Sapendo che la superficie della Terra è pari a 5,1 miliardi di Km<sup>2</sup>, risulta che su ogni metro quadrato di superficie terrestre arrivano circa 170 W/m<sup>2</sup>, valore che si riduce notevolmente quando lo si converte in potenza utilizzabile. Gli attuali stili di vita dei Paesi industrializzati richiedono una densità di potenza che va dai 20-100 W/m<sup>2</sup> per un'abitazione ai 300-900 W/m<sup>2</sup> per un'acciaieria: risulta evidente che, allo stato attuale della tecnologia del solare, non è possibile far funzionare la maggior parte delle grandi strutture ad alta richiesta di energia, come le industrie e gli ospedali. La principale sfida tecnologica dei nostri giorni è quella di riuscire ad immagazzinare l'immensa energia proveniente dal Sole e renderla disponibile con la giusta intensità laddove ci sia una domanda di energia.

### L'impatto sul paesaggio

L'impatto ambientale di un impianto ad energia solare deve essere valutato considerando l'intero ciclo di vita e in particolare la fase di costruzione dell'impianto, la fase in cui l'impianto è installato e produce energia e, infine, la fase di dismissione. L'impatto che deriva dalla costruzione di un impianto fotovoltaico è paragonabile a quello generato dalla produzione di un qualsiasi prodotto dell'industria chimica. Durante la lavorazione dei pannelli, infatti, vengono utilizzate sostanze molto tossiche, che richiedono particolari misure di sicurezza per la tutela dei lavoratori, dell'ambiente e delle persone che lo abitano. I prodotti utilizzati variano a seconda della tipologia di pannello: per i pannelli al silicio cristallino si utilizzano acido cloridrico e triclorosilano, mentre per i pannelli al silicio amorfo vengono impiegati silano, fosfina e diborano. Le sostanze utilizzate per i pannelli non al silicio sono ancora più tossiche e inquinanti di quelle sopra citate. Ad esempio, per produrre i pannelli CIS (rame, indio, selenio) si utilizza il seleniuro di idrogeno mentre per quelli CdTe (telloruro di cadmio) si impiega il cadmio, che è tossico e cancerogeno, così come il seleniuro di idrogeno. Tuttavia, i benefici ambientali generati nel tempo di vita di un sistema fotovoltaico (mediamente pari a 20-25 anni) sono già ora largamente superiori al danno provocato nelle fasi di produzione dei pannelli. Al momento della dismissione dell'impianto, bisognerà trattare il pannello come un rifiuto speciale, dato che contiene numerose sostanze tossiche, come il piombo, il cadmio, il rame, il selenio, ecc.

Per quanto riguarda la fase operativa dell'impianto, l'unico impatto è quello sul paesaggio, che varia a seconda della tipologia, dell'estensione e della collocazione degli impianti. I parchi fotovoltaici sono impianti di notevole dimensione, che vengono solitamente installati a terra su ampi spazi aperti sottraendo, pertanto, il territorio ad altri usi. L'impatto visivo delle centrali fotovoltaiche è comunque minore rispetto a quello delle centrali termoelettriche o di qualsiasi altro grande impianto industriale; questo è dovuto essenzialmente al fatto che gli impianti sono molto più bassi di un impianto industriale. L'impatto visivo degli impianti di piccole e medie dimensioni è sicuramente inferiore a quello di un grande impianto e con alcuni accorgimenti i pannelli fotovoltaici e solari possono inserirsi bene nel paesaggio.

Occorre comunque valutare la compatibilità paesaggistica di ogni impianto, ad esempio limitando l'uso dei pannelli fotovoltaici nelle città d'arte, nei centri storici o nelle zone ad elevato valore naturalistico, sfruttando, invece, le aree marginali non utilizzate, come i tetti di capannoni o le aree da bonificare, o installando i pannelli sui tetti delle case delle aree urbane. L'integrazione



Energia / Solare / Conoscere il solare

architettonica degli impianti fotovoltaici negli edifici permette di ridurre notevolmente il loro impatto visivo. Infatti, un impianto si dice integrato quando i moduli fotovoltaici diventano elementi strutturali dell'edificio stesso, come ad esempio tetti, facciate, finestre, ecc. In questo modo, il pannello fotovoltaico da elemento estraneo diventa parte integrante dell'edificio.

*Testo aggiornato ad agosto 2022*