

## Conoscere il solare

### Che cos'è

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). 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 2015 ha raggiunto i 227 GW, grazie ai 50 GW installati durante l'anno. L'Italia nel 2015 si è posizionata al 5° posto per potenza installata, dopo Cina, Germania, Giappone, Stati Uniti, e prima di Francia Spagna, India, Australia. 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.

Se si analizzano i dati delle diverse aree geografiche del mondo, si può osservare come l'Europa abbia sempre svolto il ruolo di pioniere in questo campo, ed ora detiene il primato della maggior potenza installata con 95 GW (il 42% della potenza installata mondiale), contro i 25,6 GW degli USA: visto il divario, è assai probabile che l'Europa continui ancora per molto a svolgere il suo ruolo di leader nel settore fotovoltaico. Il Giappone è uno dei Paesi emergenti in questo campo, mentre solo a partire dagli anni 2007-2008 si è iniziato a vedere incrementi significativi anche nel resto del mondo.

Per quanto riguarda il solare termico, le tecnologie per riscaldare l'acqua grazie all'energia solare si stanno diffondendo in molti paesi. Cina, Stati Uniti, Germania e Turchia sono stati i Paesi protagonisti del mercato del solare termico nel 2015. In particolare nel 2015 il 71% della capacità termica globale era installato in Cina. Nel 2015 sono stati installati 21 Gigawatt termici (GWth) in tutto il mondo e la potenza totale installata ha raggiunto 456 GWth.

(Fonte: *Renewables 2016 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. Nel 2015 si è registrato un incremento dell'1,6% della potenza installata rispetto al 2014. Secondo il Gestore dei Servizi Energetici (GSE) gli impianti da fonte solare in esercizio in Italia nel 2015 erano 688.398 (+6,2% rispetto al 2014) per una potenza installata di 18.892 MW.

In particolare dei 688.398 impianti, ben il 58% ha potenza compresa tra 3 e 20 kW. Un ulteriore 33% è costituito dagli impianti piccoli (< 3 kW), che nel 2015 hanno raggiunto le 228.267 unità, per una potenza installata di 627 MW. Per quanto riguarda gli impianti con potenza compresa fra 20 kW e 1 MW, nel 2015 hanno raggiunto le 10.566 unità, per una potenza installata totale pari a 7.266 MW, mentre quelli superiori ad 1 MW hanno raggiunto le 1.127 unità, con una potenza totale installata pari a 4.126 MW.

Nel 2015 la regione Lombardia si è riconfermata al primo posto in termini di numerosità di impianti (101.403 unità), seguita dal Veneto (93.168 unità) e dall'Emilia Romagna (56.951 unità). Le regioni che hanno evidenziato i maggiori tassi di crescita sono state la Liguria (8,8%) e il Lazio e l'Emilia Romagna (8,3%). In termini di potenza, invece, il primato è spettato alla Puglia (2.600 MW), seguita da Lombardia (2.109 MW) ed Emilia Romagna (1.898 MW). Le variazioni più rilevanti rispetto all'anno precedente per quanto riguarda la potenza installata si sono registrate in Liguria (+5,4%) e in Campania (+2,9%). (NOTA: la maggiore numerosità degli impianti fotovoltaici riscontrata nelle regioni del nord e del centro è da attribuirsi anche alla elevata densità abitativa di queste regioni).

Il 44% della capacità installata è al Nord, il 37% al Sud e il 19% al Centro. In particolare è la Puglia, con il 13,8%, ad avere la massima potenza installata, seguita da Lombardia (11,2%) ed Emilia Romagna (10%). La mappa a livello provinciale sulla distribuzione percentuale della potenza evidenzia il contributo sostanziale di alcune Province del Nord: Cuneo, Brescia, Ravenna e Torino rispettivamente con il 2,9%, il 2,2% e il 2% dei 18.892 MW totali. Nel Sud Italia, Lecce col 3,6% fornisce i contributi più elevati a livello nazionale. Nelle Regioni del Centro si distinguono Roma e Viterbo con rispettivamente il 2,2% e il 2%. L'analisi delle cifre, da sola, non è però sufficiente a dare il quadro del settore

fotovoltaico in Italia e a individuare le regioni più “virtuose” e “solari”: nell’osservare i dati, occorre tenere presente la densità abitativa delle regioni, elevatissima ad esempio in Lombardia e molto bassa in regioni come il Trentino Alto Adige, la Valle d’Aosta, la Basilicata o il Molise. GSE pubblica periodicamente i dati degli impianti fotovoltaici in Italia e un atlante completo degli impianti fotovoltaici nel nostro Paese (ATLASOLE).

(Fonte: GSE, *Rapporto statistico “Energia da Fonti Rinnovabili in Italia – 2015”*)