



Radiazione solare globale, diretta e diffusa al suolo

Nota sul procedimento di calcolo¹ e modalità di cessione dei dati

1. Le **stime ENEA della radiazione solare** al suolo sono effettuate a partire dalle immagini METEOSAT² di copertura nuvolosa (acquisite nella banda *visibile* $0.5 \div 0.9 \mu\text{m}$ dello spettro elettromagnetico³). A partire dal 2006 tali immagini sono acquisite con frequenza pari a una ogni 15 minuti e presentano un dettaglio spaziale alle nostre latitudini pari a circa $1 \times 1.5 \text{ km}^2$ per pixel (*HRV, High Resolution Visible*). Fino al 2005 lo stesso tipo di immagini (copertura nuvolosa, spettro visibile) sono state acquisite con frequenza pari a una ogni mezzora e presentano una risoluzione spaziale pari a circa $2.5 \times 3.5 \text{ km}^2$. In ENEA è utilizzato il "ritaglio" delle immagini METEOSAT che copre la sola regione fisica italiana; il dato di copertura nuvolosa è espresso in una scala numerica che si estende sull'intervallo $0 \div 255$.
2. Il metodo ENEA correla il dato di copertura nuvolosa al coefficiente di trasmissione globale (su piano orizzontale) oppure diretto (su p. normale) ricorrendo a opportuni modelli di comportamento dell'atmosfera all'attraversamento dei raggi solari, applicabili sia a condizioni di cielo sereno sia a condizioni di cielo nuvoloso. Il risultato del calcolo di stima è rappresentato da nuove mappe di *irradianza* (in W/m^2) *globale orizzontale o diretta normale*: tali mappe sono per frequenza temporale e risoluzione spaziale, uguali alle immagini METEOSAT di partenza.
3. Col ricorso a formulazioni attestate in letteratura sono ricavate le altre componenti della radiazione al suolo (*globale da diretta o viceversa, diffusa, riflessa*) ed è pure possibile riportare i valori su piani captanti comunque orientati (con azimut e angolo d'inclinazione fissi, oppure su piani ruotanti intorno ad un asse orizzontale, o infine su piano ruotante su due assi [piano normale]). Il risultato è ancora costituito da mappe di frequenza e risoluzione pari alle precedenti.
4. A partire dall'irradianza ogni quarto d'ora si ricavano le mappe di *irradianza media oraria* (in W/m^2), le mappe di *irradiazione* (in kWh/m^2 o in MJ/m^2) *giornaliera, giornaliera media mensile* e infine *annua*.
5. Poiché tutte le mappe sono georeferenziate, è possibile estrarre da esse i valori di irradianza o irradiazione in corrispondenza di **qualunque località della regione italiana** – di cui siano assegnate le corrispondenti coordinate geografiche – e costruire per essa serie storiche pluriennali.
6. Come spiegato sopra, i valori di irradianza/irradiazione solare calcolati dall'ENEA sono *stime* ottenute elaborando le immagini satellitari di copertura nuvolosa. Trattandosi di stime ottenute con un metodo

¹ "La misura e la stima della radiazione solare: l'archivio dell'ENEA e il sito Internet dell'Atlante italiano della radiazione solare", in *Energia, Ambiente e Innovazione*, bimestrale ENEA, Roma, gennaio-febbraio 2008.

² EUMETSAT: <http://www.eumetsat.int/Home/index.htm>

³ *The Meteosat Archive 1978-2000*, EUMETSAT, Darmstadt (Germania), Febbraio 2000, EUM TD 06

differente dalla misurazione effettiva (è impensabile installare centraline di acquisizione al suolo per migliaia di località da far funzionare per un considerevole intervallo di anni), i valori calcolati non necessariamente coincidono con quelli che effettivamente verrebbero misurati a terra. Rispetto alle misure a terra usate per confronto, le nostre stime mostrano scarti fino al 4-8% sul dato giornaliero medio mensile della radiazione globale su piano orizzontale: è un ottimo risultato se si tiene conto del metodo usato e del fatto che, come contropartita, si dispone automaticamente della stima puntuale di radiazione per qualunque località italiana (e non solo per pochi siti): basta infatti conoscerne le coordinate geografiche ed estrarre i dati corrispondenti dalle mappe. Ovviamente scarti più grandi sono possibili per i dati giornalieri (fino al 10%) e per i dati orari (fino 20%).

7. Dati forniti dall'ENEA

a. Serie storiche orarie, giornaliere, giornaliere medie mensili e annuali per singole località e per intervalli temporali arbitrari. Attualmente è disponibile l'intero periodo di stime dal 2006 ad agosto 2021, e l'ampliamento prosegue con regolarità con il calcolo dei mesi più recenti. Ogni record temporale comprende sia i valori delle irradianze al suolo (globale e diffusa orizzontali, diretta normale ed anche, eventualmente, con riferimento a una superficie captante fissa comunque orientata) sia altri parametri solari (irradianze extra-atmosferiche e angoli della posizione del Sole).

A partire dalle serie storiche pluriennali (di mappe o di dati per singole località) l'ENEA elabora grandezze statistiche al fine di caratterizzare nel lungo periodo e con riferimento al fenomeno radiativo al suolo, una data regione o una singola località. In particolare:

b. la media pluriennale delle **irradiazioni annue** globale orizzontale e diretta normale;

c. la media pluriennale delle **irradiazioni giornaliere medie mensili** globale orizzontale e diretta normale;

d. l' "**anno tipico per la radiazione solare**", ossia una serie di 8760 (= 365 x 24) dati orari per ciascuna località e tipo di irradianza [globale e diffusa orizzontali e diretta normale], costruita in modo da risultare rappresentativa dell'andamento annuale del fenomeno radiativo al suolo, sia dal punto di vista dei valori medi delle grandezze nel lungo periodo [*caratterizzazione climatologica*] sia da quello della variabilità e irregolarità – nelle sequenze orarie e giornaliere – effettivamente riscontrabili nelle misure [*caratterizzazione meteo climatica*]. Attualmente, l'anno tipico include anche le stime con frequenza di un record di dati ogni quarto d'ora.

8. Inoltre l'ENEA intende aggiornare a breve gli strumenti di calcolo disponibili sul sito **Solaritaly** – **Atlante italiano della radiazione solare**⁴ con i dati della radiazione giornaliera media mensile degli anni più recenti. Ricordiamo che attualmente il sito fornisce (tra altre cose e gratuitamente) il calcolo della radiazione globale orizzontale, giornaliera media mensile, 1995÷1999, per qualunque località italiana, in relazione a superfici captanti comunque orientate e con la possibilità di considerare anche ostacoli eventualmente presenti lungo il percorso dei raggi solari. L'aggiornamento previsto riguarderà le nuove medie 2006÷2020 sia per la radiazione globale orizzontale, sia per la radiazione diretta normale.

Casaccia (Roma), gennaio 2022

⁴ <http://www.solaritaly.enea.it>

Documentazione in rete

<http://www.solaritaly.enea.it/Documentazione/Documentazione.php>

per il download del rapporto: [La misura e la stima della radiazione solare: l'archivio dell'ENEA e il sito Internet dell'Atlante italiano della radiazione solare per la pubblicazione dei dati](#)

ENEA, 2007. Rapporto SOL/RS/2007/21.

Rassegna dell'attività condotta dall'ENEA nella raccolta, archiviazione e pubblicazione dei dati di radiazione solare; vengono descritti i prodotti (archivi, programmi di calcolo) messi a disposizione della comunità scientifica e dei tecnici e gli strumenti (tecnologie, incluso il sito Internet *Solaritaly*) approntati allo scopo.

Documento pdf (dimensioni: 1.60 MB).