

Energie Rinnovabili per le scuole

Il manuale del giovane ingegnere: principi di elettrotecnica e nozioni sulla progettazione di CER.



Lezione 5 - Stima della producibilità fotovoltaica.

ANGELUCCI VALERIO

Vice responsabile del progetto di Ricerca di Sistema "l'Utente al centro della transizione energetica"



Lezione 5 - Stima della producibilità fotovoltaica.

Per valutare la produzione di un impianto fotovoltaico in una specifica zona geografica, è fondamentale l'uso di strumenti software avanzati. Questi strumenti sono essenziali sia nella fase di pianificazione, per determinare il corretto dimensionamento dell'impianto, sia dopo l'installazione, per monitorare il funzionamento dei pannelli e identificare eventuali malfunzionamenti. Uno degli strumenti più utili forniti dall'Unione Europea per assistere i cittadini nella scelta e valutazione di un impianto fotovoltaico è il software gratuito **PVGIS** (Photovoltaic Geographical Information System). PVGIS è una piattaforma web che offre agli utenti l'accesso a dati dettagliati sulla radiazione solare e stime della produzione energetica dei sistemi fotovoltaici per quasi tutte le località nel mondo. Questo strumento si rivela particolarmente utile per i progettisti di sistemi fotovoltaici e per qualunque soggetto desideri comprendere meglio le potenzialità di produzione energetica solare del suo sito. L'interfaccia di PVGIS è intuitiva e permette agli utenti di ricevere in tempo reale stime della produzione nella località di interesse inserendo informazioni come: *l'orientamento dei pannelli, l'inclinazione e il tipo di tecnologia fotovoltaica utilizzata*. PVGIS fornisce anche mappe solari e grafici che illustrano il potenziale energetico mensile e annuale, aiutando gli utenti a prendere decisioni informate sulla posizione e sul design del loro impianto.

Dati di input per la simulazione

Per effettuare una simulazione accurata con PVGIS, l'utente deve prima selezionare la posizione geografica dove desidera valutare la



produzione annua dell'impianto fotovoltaico che intende installare. Questa selezione può essere fatta attraverso diverse modalità:

- **cliccando sulla mappa:** utilizzando la funzione zoom per raggiungere il livello di dettaglio desiderato;
- **inserendo un indirizzo specifico:** compilando il campo "address" situato sotto la mappa;
- **inserendo latitudine e longitudine:** compilando i campi dedicati, sulla base delle indicazioni fornite nel manuale d'uso.

Durante la fase di calcolo, PVGIS può valutare l'impatto degli ombreggiamenti causati da elementi naturali come colline o montagne poste nelle vicinanze dell'impianto fotovoltaico. Selezionando l'opzione "**orizzonte calcolato**", il software sfrutta le informazioni disponibili, per analizzare gli effetti dell'orizzonte e dell'elevazione del terreno sulla radiazione solare ricevuta. In alternativa, gli utenti esperti possono caricare un file con i dati altimetrici specifici della località in esame per un'analisi più veritiera e personalizzata. Questi dati sono fondamentali per capire come l'elevazione del terreno influenzi



l'irradiazione solare e di conseguenza, la producibilità dell'impianto nella località di interesse.

Cursore:
Selezionato : **Seleziona la posizione!**
Altitudine (m):
Versione PVGIS 5.1

Usa le ombre del terreno :
 Orizzonte calcolato
 Carica il file Horizon

[file csv](#) [json](#)
Scegli file Nessun file selezionato

[Passa alla versione 5.2](#)

Per valutare accuratamente la produzione annua di un impianto fotovoltaico, PVGIS utilizza banche dati che contengono misure di radiazione solare raccolte dal 2005 al 2023. Questi dati, in gran parte derivati da immagini satellitari, forniscono una base solida per le simulazioni fotovoltaiche. Le banche dati attualmente disponibili su PVGIS sono:

1. **PVGIS-SARAH2/3:** è il database predefinito per Europa, Asia, Africa e Sud America. Offre dati ad alta risoluzione e viene frequentemente aggiornato.
2. **PVGIS-NSRDB:** specifico per l'America, questo database fornisce dati solari di alta qualità derivati da osservazioni satellitari e stazioni terrestri.
3. **PVGIS-ERA5:** valido a livello globale, questo database contiene dati non esclusivamente satellitari, inclusi dati meteorologici e atmosferici. È particolarmente utile per aree meno coperte dai satelliti o per applicazioni che richiedono dati integrati di altri fenomeni atmosferici oltre alla sola radiazione solare.

Per valutare in modo affidabile l'energia prodotta dagli impianti fotovoltaici in diverse aree geografiche del mondo, si raccomanda di selezionare la banca dati più adatta. Nello specifico, per:



- Europa, Asia, Africa e Sud America: utilizzare il database PVGIS-SARAH2/3 per beneficiare di dati dettagliati e aggiornati che coprono queste aree.
- America del Nord e del Sud: optare per PVGIS-NSRDB per sfruttare dati specifici e dettagliati che riflettono le condizioni solari uniche di queste regioni.
- Altre aree del mondo: PVGIS-ERA5 offre una copertura globale che può essere utilizzata per qualsiasi area del mondo, inclusi dettagli utili per condizioni atmosferiche variabili.

Altri parametri di input richiesti da PVGIS per la simulazione di impianti fotovoltaici sono:

- **la tipologia di tecnologia fotovoltaica:** PVGIS permette di stimare le perdite dovute agli effetti della temperatura e dell'ombreggiamento per diverse tipologie di celle fotovoltaiche, incluse quelle in silicio cristallino e i moduli a film sottile realizzati in CIS, CIGS e CdTe. Selezionando l'opzione "sconosciuto", PVGIS applicherà una perdita di potenza presunta del 8% dovuta agli effetti della temperatura, ottenuta attraverso la valutazione di dati empirici relativi a climi temperati.
- **la potenza di picco installata:** l'utente può inserire la potenza di picco dell'impianto che desidera simulare. Se l'area dei moduli e l'efficienza di conversione sono note, la potenza di picco può essere calcolata con la formula:

$$\text{Potenza} = \frac{\text{Area} \cdot \text{Efficienza}}{100}$$



- **le perdite di sistema:** PVGIS assume che le perdite nei componenti (pannelli, inverter e collegamenti), la scarsa manutenzione e l'invecchiamento dei moduli, riducano la produzione media annua del 14%. In alternativa si può inserire un valore personalizzato;
- **la posizione di montaggio:** l'utente può specificare se i moduli sono montati in modo indipendente su strutture che permettono la ventilazione o se sono integrati nell'edificio dove non c'è flusso d'aria dietro i moduli.
- **Slope (inclinazione):** indica l'angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale per un montaggio fisso. Questo parametro è cruciale per massimizzare l'assorbimento della radiazione solare (vedi lezione 4).
- **Azimut (o orientamento):** dei moduli fotovoltaici rispetto al sud geografico. Un azimut di 90° corrisponde a est, 0° a sud e 90° a ovest.
- **Opzioni di ottimizzazione inclinazione e azimut:** PVGIS offre la possibilità di calcolare l'inclinazione e, se necessario, anche l'azimut ottimale che massimizzano la produzione energetica annuale, assumendo che questi parametri rimangano fissi durante l'anno.
- **Calcolo del costo dell'elettricità fotovoltaica (LCOE):** per determinare il costo medio di generazione dell'energia, si richiede il costo di installazione dell'impianto, il tasso di interesse annuo pagato e la vita utile presunta dell'impianto. Nel calcolo, PVGIS assume che la manutenzione annua abbia un costo pari al 2% di quello di installazione.

PVGIS offre anche diverse schede aggiuntive che permettono agli utenti di:



- Simulare le prestazioni di impianti con inseguimento solare.
- Eseguire calcoli per impianti isolati.
- Visualizzare e scaricare i dati medi mensili di radiazione solare e temperatura su un periodo pluriennale.
- Consultare il profilo medio giornaliero della radiazione solare e della temperatura dell'aria per un determinato mese.

Per approfondimenti e istruzioni dettagliate, si consiglia di consultare il manuale tecnico disponibile sul sito ufficiale.

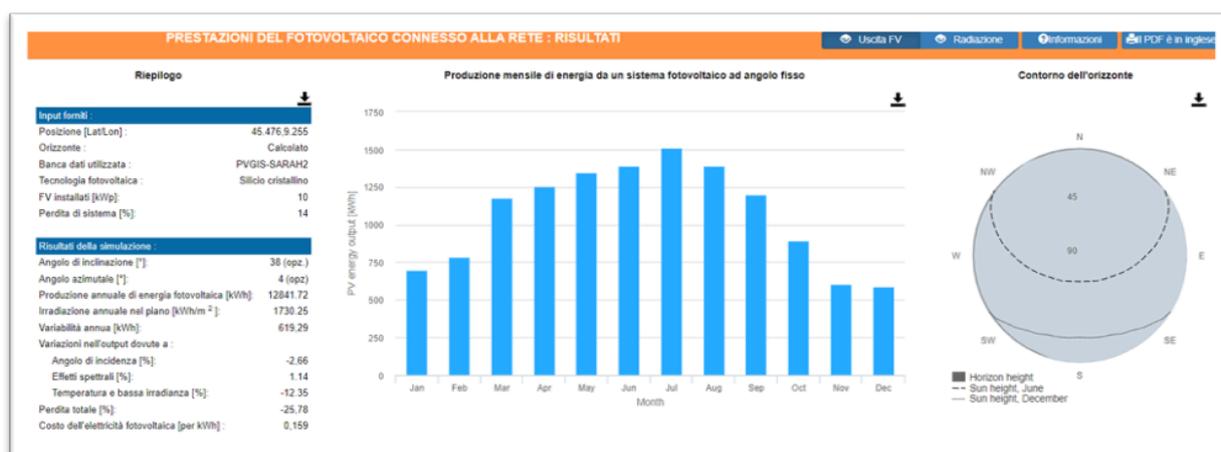
Risultati della simulazione

I risultati forniti includono:

- **la sintesi delle grandezze energetiche annuali:** come la produzione totale di energia (espressa in kWh) e l'irraggiamento solare per l'intero anno. Questi dati rappresentano una stima affidabile dell'energia che l'impianto è in grado di produrre annualmente, tenendo conto delle condizioni medie locali di irradiazione.
- **la visualizzazione dei valori mensili delle grandezze energetiche:** PVGIS fornisce grafici dettagliati che mostrano la distribuzione mensile della produzione di energia e dell'irraggiamento solare. Questi grafici sono particolarmente utili per comprendere le fluttuazioni stagionali dell'energia prodotta. La visualizzazione di questi dati in forma grafica aiuta a identificare rapidamente i periodi dell'anno in cui l'impianto funzionerà al massimo della sua potenza e quando potrebbero verificarsi cali di produzione, ad esempio, durante i mesi invernali o in periodi di minor soleggiamento.



- **la visualizzazione dei valori mensili delle grandezze energetiche:** PVGIS fornisce grafici dettagliati che mostrano la distribuzione mensile della produzione di energia e dell'irraggiamento solare. Questi grafici sono particolarmente utili per comprendere le fluttuazioni stagionali dell'energia prodotta. La visualizzazione di questi dati aiuta a identificare rapidamente i periodi dell'anno in cui l'impianto funzionerà al massimo della sua potenza e quando potrebbero verificarsi cali di produzione, ad esempio durante i mesi invernali o in periodi di minor soleggiamento.



Come risultati, sono riportati anche i contributi delle principali grandezze energetiche all'incremento o decremento della produzione e irraggiamento dell'impianto (l'incidenza della radiazione solare, effetti dello spettro della radiazione solare, influenze della temperatura e scarso irraggiamento). Sono inoltre mostrate le perdite complessive dell'impianto e il costo di produzione per ogni kWh generato sulla base dei costi inseriti dall'utente. Questo strumento offre agli utenti diverse opzioni per ottenere e visualizzare i risultati delle simulazioni fotovoltaiche, rendendo accessibili i dati in vari formati adatti a diverse esigenze:



1. visualizzazione diretta nel browser web:

- i risultati possono essere visualizzati come numeri e grafici direttamente nel browser web.
- Tutti i grafici mostrati possono essere salvati come file immagine, permettendo agli utenti di conservare una copia visiva dei dati per analisi future o per report.

2. esportazione in formato CSV:

- PVGIS offre la possibilità di scaricare i dati in formato testo (CSV), utili per analisi specifiche o per l'uso in altre applicazioni software.
- I formati di output e le specifiche del file CSV sono dettagliatamente descritti nella sezione "Strumenti" del sito.

3. generazione di Documenti PDF:

- Dopo aver visualizzato i risultati nel browser, gli utenti possono generare un documento PDF che riassume i dati della simulazione. Questa opzione è particolarmente utile per presentazioni o archiviazione documentale.

4. utilizzo delle API di PVGIS:

- Per gli sviluppatori e per applicazioni automatizzate, PVGIS offre servizi web non interattivi attraverso le sue API. Questi servizi permettono l'integrazione dei dati di simulazione direttamente in applicazioni di terze parti. Le funzionalità e l'uso delle API sono spiegate in dettaglio nella sezione "Strumenti" del sito.

5. Visualizzazione Grafica dell'Orizzonte:

- Oltre ai dati numerici e grafici della produzione energetica, PVGIS include un grafico dell'orizzonte che offre una rappresentazione visiva degli ostacoli naturali o artificiali che potrebbero influenzare la radiazione solare ricevuta.



Per offrire un confronto realistico, PVGIS può mostrare anche un'immagine scattata dalla stessa posizione con una telecamera, fornendo una vista panoramica che aiuta a comprendere meglio il contesto locale.

